

Artefactos en mamografía con contraste. Claves para evitar errores en el diagnóstico.

Rosa María Lorente Ramos ¹, Javier Azpeitia Armán ¹, Javier Azpeitia Hernández ², Carlos Oliva Fonte ¹, Elena Barcina García ¹,
Itxaso Galán González ¹, Lorena Melián Iribar ¹ .

¹ Hospital Universitario Infanta. Leonor UCR de la CAM;

² Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla.
Madrid

Objetivo docente

- Revisar la **técnica** de la mamografía con contraste (CEM).
- Analizar los posibles **artefactos y su causa**.
- Reconocer las **limitaciones diagnósticas, falsos positivos y negativos** en mamografía con contraste con claves para el diagnóstico correcto.

Revisión del tema. Introducción.

- La mamografía con contraste (CEM) combina **imagen morfológica de la mamografía digital** con **un estudio funcional mediante** el uso de **contraste intravenoso**,
- Aumenta la sensibilidad para la detección de cáncer.
- Revisamos los posibles **artefactos y su repercusión en la imagen**, así como las causas de dificultades diagnósticas.

Revisión del tema. Introducción.

1.- Ventajas respecto a mamografía digital y RM.

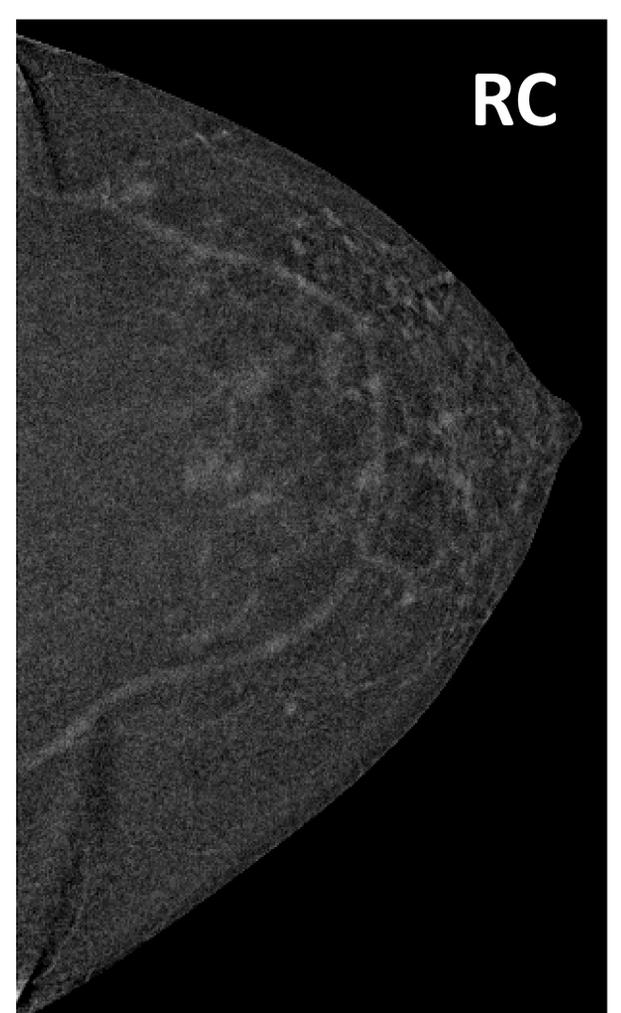
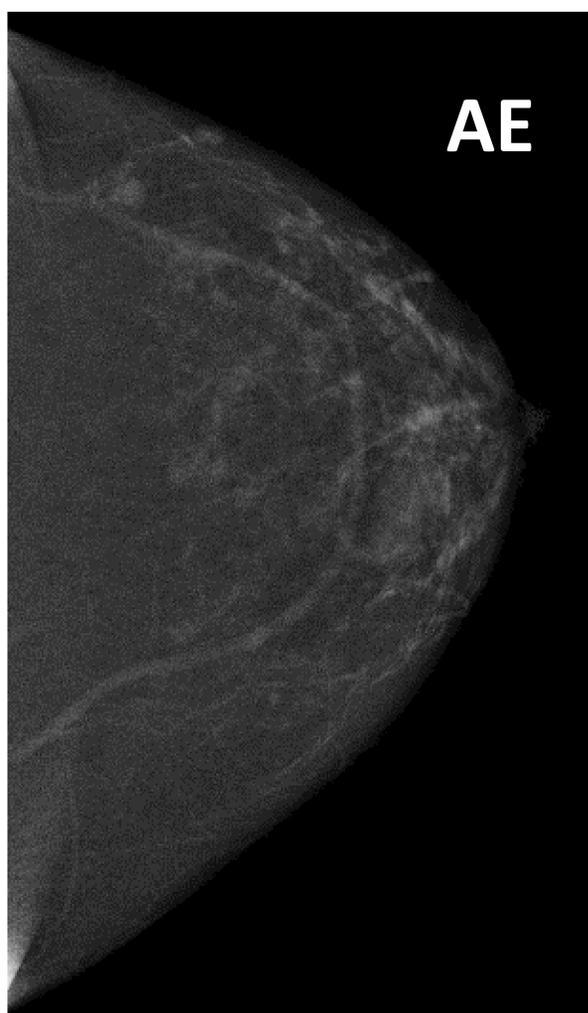
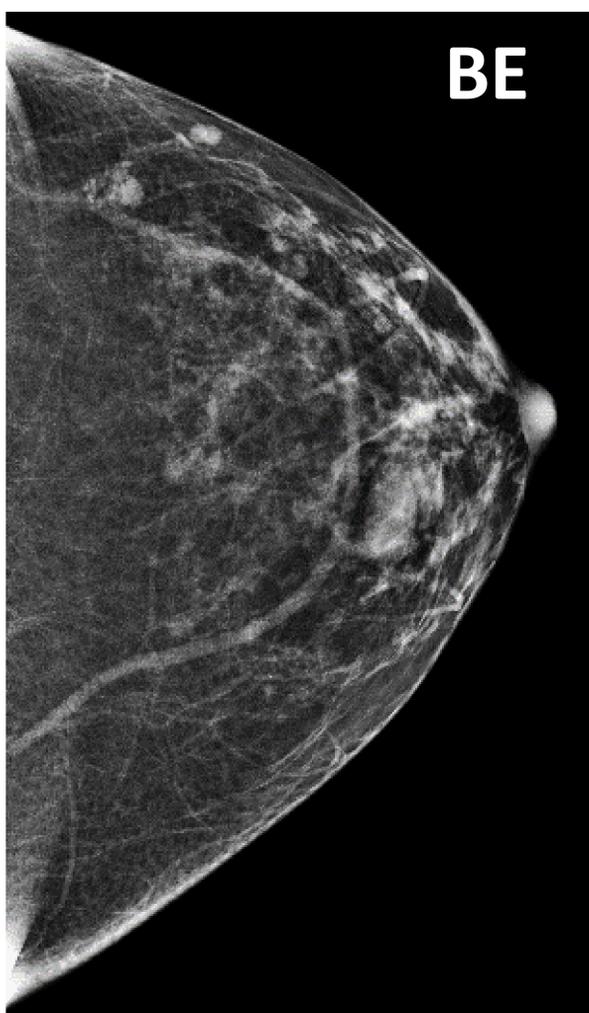
- Mayor sensibilidad de CEM. La mamografía digital tiene menor sensibilidad para la detección de cáncer y puede infravalorar tamaño y/o extensión del tumor.
- Pacientes que no pueden realizar RM: claustrofobia, marcapasos o implantes metálicos.

2.- Desventajas de CEM respecto a RM:

- Axila y regiones de la mama no incluidas en la mamografía.
- Valoración subjetiva del realce por contraste. No hay curvas de adquisición de contraste.

Técnica.

- Con cada exposición se realizan varios disparos y se obtienen imágenes:
 - **Baja energía:** por debajo del límite K del yodo (33KeV). Imagen similar a la mamografía digital (yodo presente sin representación).
 - **Alta energía:** por encima del límite K del yodo. Imagen no diagnóstica).
 - **Recombinada o de sustracción** entre ambas. La imagen representa áreas con realce.



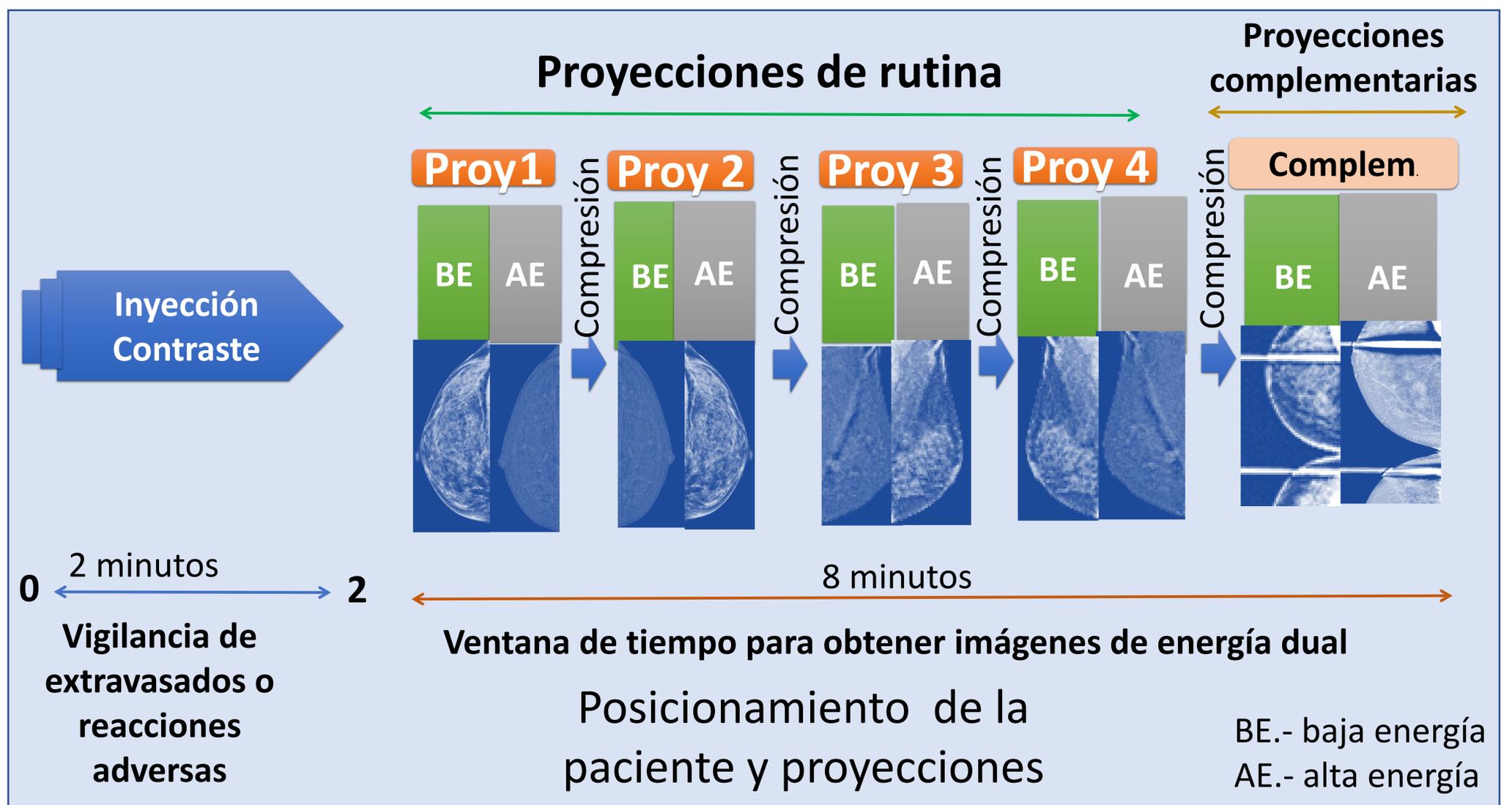
Técnica.

- Con la **paciente sentada**, mama no comprimida: Inyección de **contraste 350 mg I/mL o 300 mg I/ml, dosis 1.5 ml/kg, flujo 3 ml/s**. Preferiblemente con inyector.
- **Dos minutos tras el inicio de inyección** empieza la adquisición. **Disponemos de 8 minutos** para realizar proyecciones.
- El kilovoltaje del tubo depende del espesor de la mama y la densidad del parénquima.
 - **baja energía:** 26 y 30 KV (pico)
 - **alta energía:** 45 y 49 kV.



Técnica.

- **Protocolo de adquisición.** Hay diferentes protocolos:
 - En nuestro centro primero mama afecta CC, luego dos proyecciones (CC y OML) de mama sana, OML y lateral afecta (un disparo precoz y uno tardío de la afecta para estimar evolución del contraste de forma subjetiva).
 - Proyecciones complementarias.



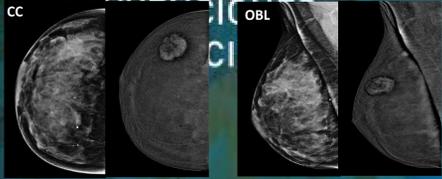
Dificultades diagnosticas. Artefactos.

Definición

Imágenes sin correlación con una estructura anatómica, debidas a un error en la representación de la información obtenida en la adquisición de imagen.

Tipo de artefacto. Causa.

- **Paciente.** posicionamiento, movimiento, material ajeno a la mama (pelo, desodorante).
- **Contraste.** contaminación de la piel, retención de contraste en venas.
- **Equipo** (mamografía digital y mamografía con contraste). Específicos de CEM: halo (radiación dispersa), ondas (movimiento entre baja y alta energía).



Requisitos para minimizar los artefactos.

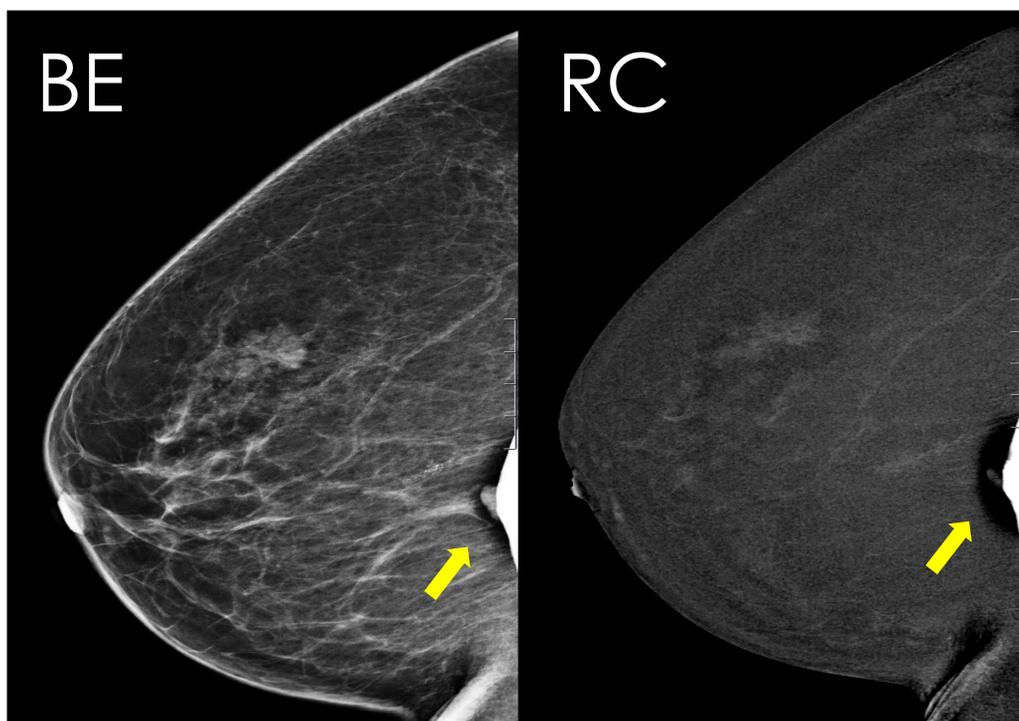
- Calibración del equipo
- Posicionamiento del paciente
- Manipulación del contraste
- Compresión

ARTEFACTOS. Paciente. Movimiento

- Más frecuente en CEM por la adquisición de doble energía que tiene mayor tiempo de exposición y compresión que la mamografía digital.
- Más llamativo en sustracción que baja energía.
- Imagen borrosa.

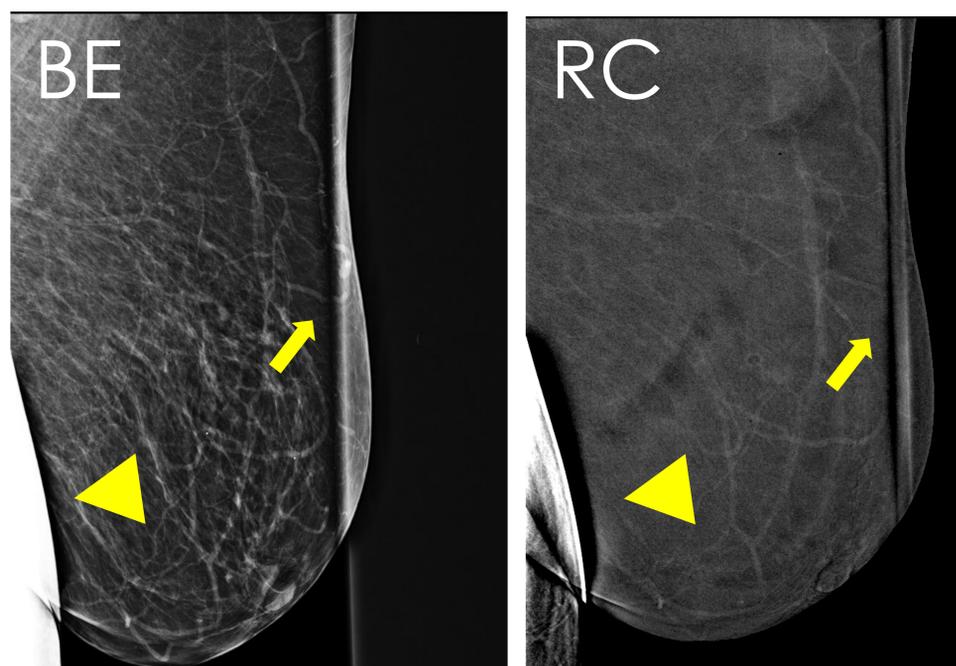
Material Superpuesto

- **CAUSA:** Material sobre la mama o en el campo de adquisición. Pelo, hombro, barbilla, ropa, gafas, desodorante o crema (simula microcalcificaciones en baja energía).
- **SOLUCION:** quitar la ropa, limpiar la piel y posición correcta.
- **IMAGEN.** Estructuras superpuestas.



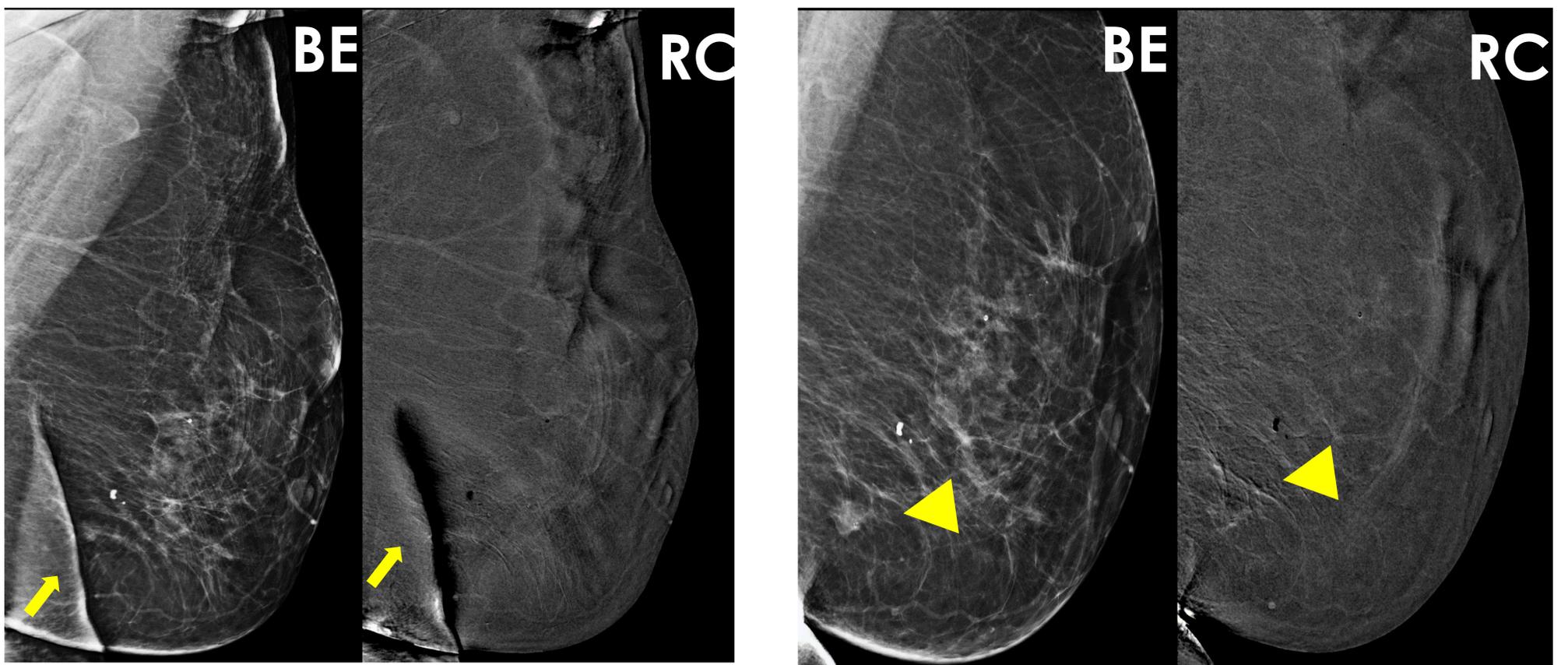
Barbilla en CC (flecha)

Protector facial (↗) y abdomen (▲)



Aire atrapado.

- **CAUSA** : aire atrapado en pliegues cutáneos que condiciona falta de contacto entre la piel y el detector o la pala de compresión.
- **SOLUCION** : : posicionamiento del paciente y compresión correctos.
- **IMAGEN**. Líneas negras en el área de mal contacto, más visibles en RC que en baja energía. Pueden ocultar nódulos o áreas de realce



Artefacto de aire atrapado, línea Negra (flecha) que oculta una lesion (cabeza de flecha)

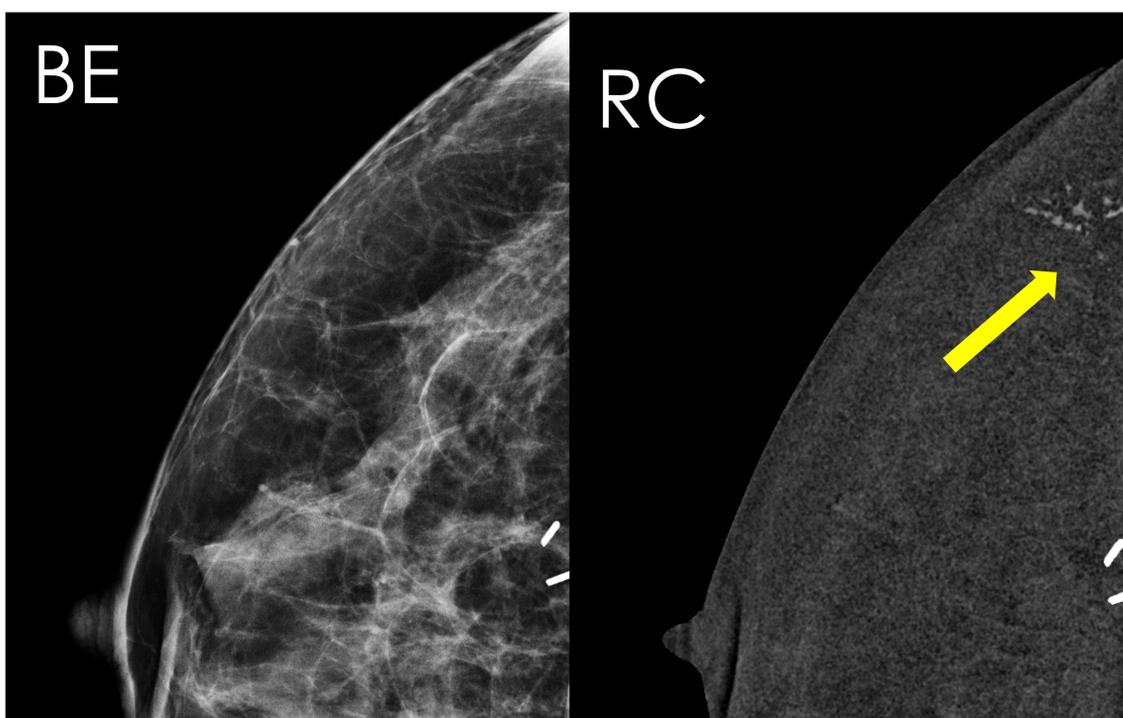
ARTEFACTOS. Contraste.

Artefacto de contaminación o mancha de contraste (“Contamination artifact” or “contrast splatter”).

- **CAUSA** : contraste en piel o pala de compresión durante la adquisición (contaminación por guantes, *portacath*).
- **SOLUCION**: : limpieza de piel y palas.
- **PREVENCION**: manipulación de contraste cuidadosa. Inyección lejos del equipo por diferente persona o cambio de guantes para manipular la mama al colocarla.
- **IMAGEN**.

-simula realce no-masa lineal (distribución no anatómica, morfología en huella, aparece en varias imágenes si está en la pala).

-simula calcificaciones (las calcificaciones suelen ser blancas en BE y negras en RC).

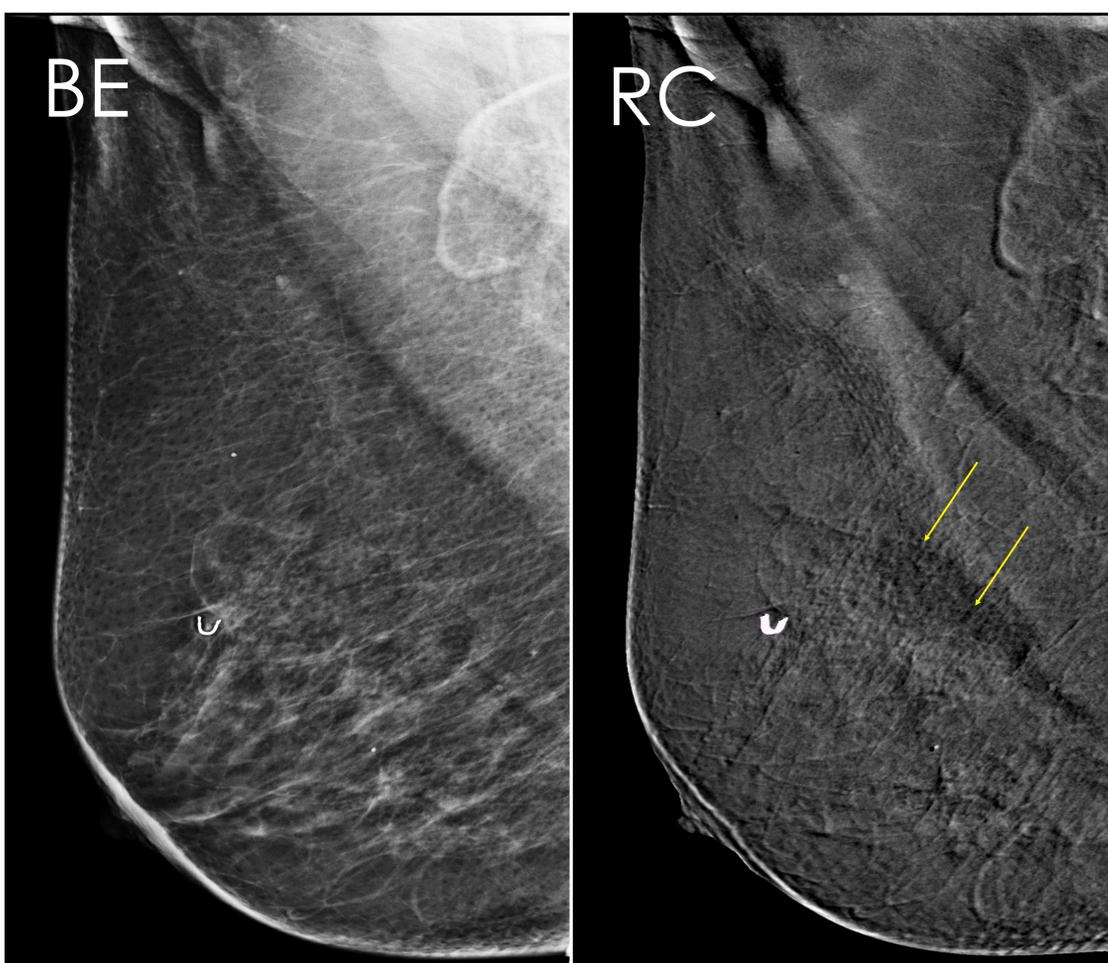


Artefacto de contraste en pala que simula microcalcificaciones

ARTEFACTOS. CEM.

Artefacto de Ondas (“Ripple artifact”).

- **CAUSA** movimiento del paciente entre las adquisiciones de baja y alta energía o por los latidos cardiacos transmitidos.
- **SOLUCION:** : nueva adquisición.
- **PREVENCION:** es más frecuente en OML que CC, se puede intentar adquirir antes la OML.
- **IMAGEN.** Ondas, líneas blancas y negras alternantes, más frecuentes en la región inferior de la OML.

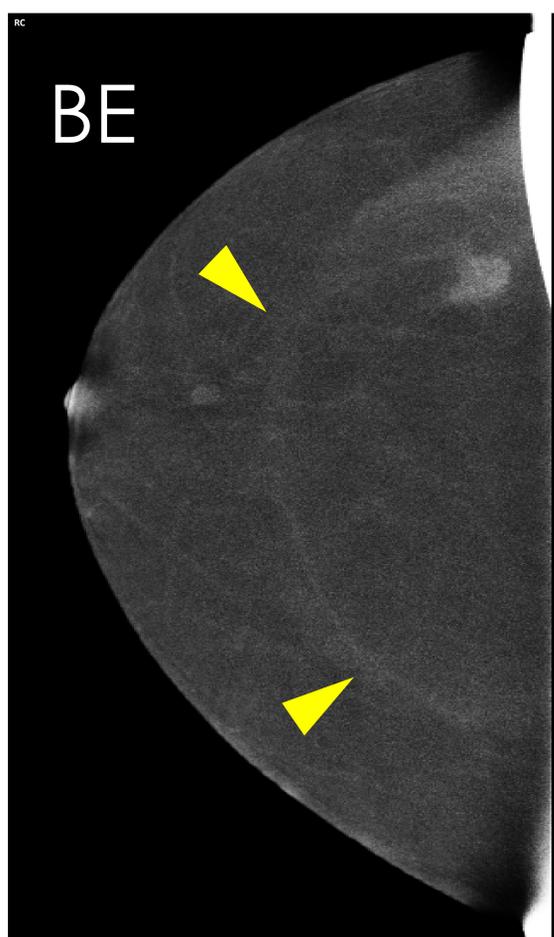
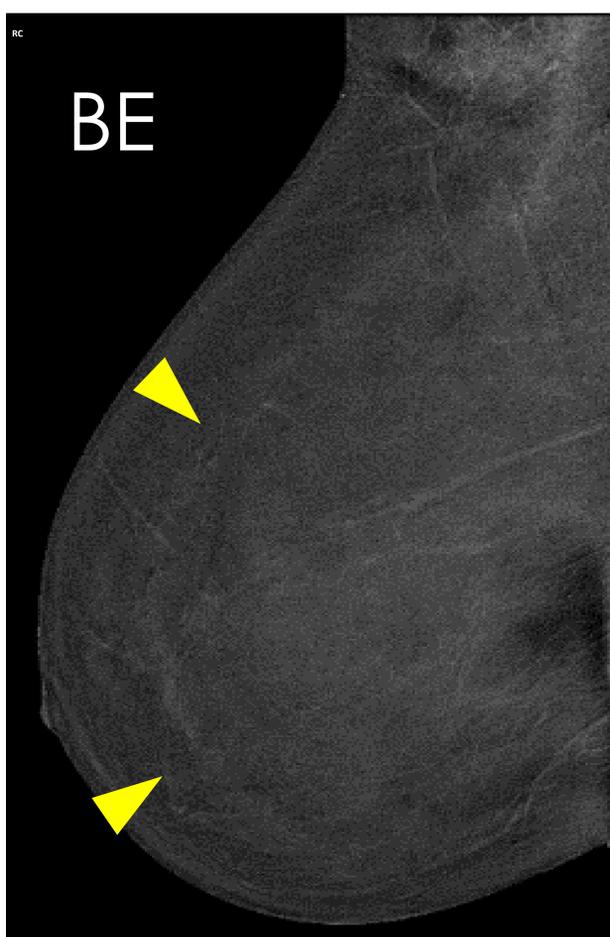


Artefacto de
Ondas (flechas)

ARTEFACTOS. CEM.

Halo o radiación dispersa o mama en mama (“Rim”, “halo”, “breast-within-a-breast” or “scatter radiation”).

- **CAUSA** : Radiación dispersa por diferencia de grosor de la mama entre región próxima a la pared costal y área del pezón, y diferencias técnicas entre alta y baja energía que separan las regiones central y periférica de la mama, lo que condiciona que el algoritmo del software de procesamiento cree una línea que marca el límite.
- **SOLUCION**: con el software de los nuevos equipos es poco frecuente .
- **IMAGEN**. Línea curva de mayor densidad paralela al borde de la mama

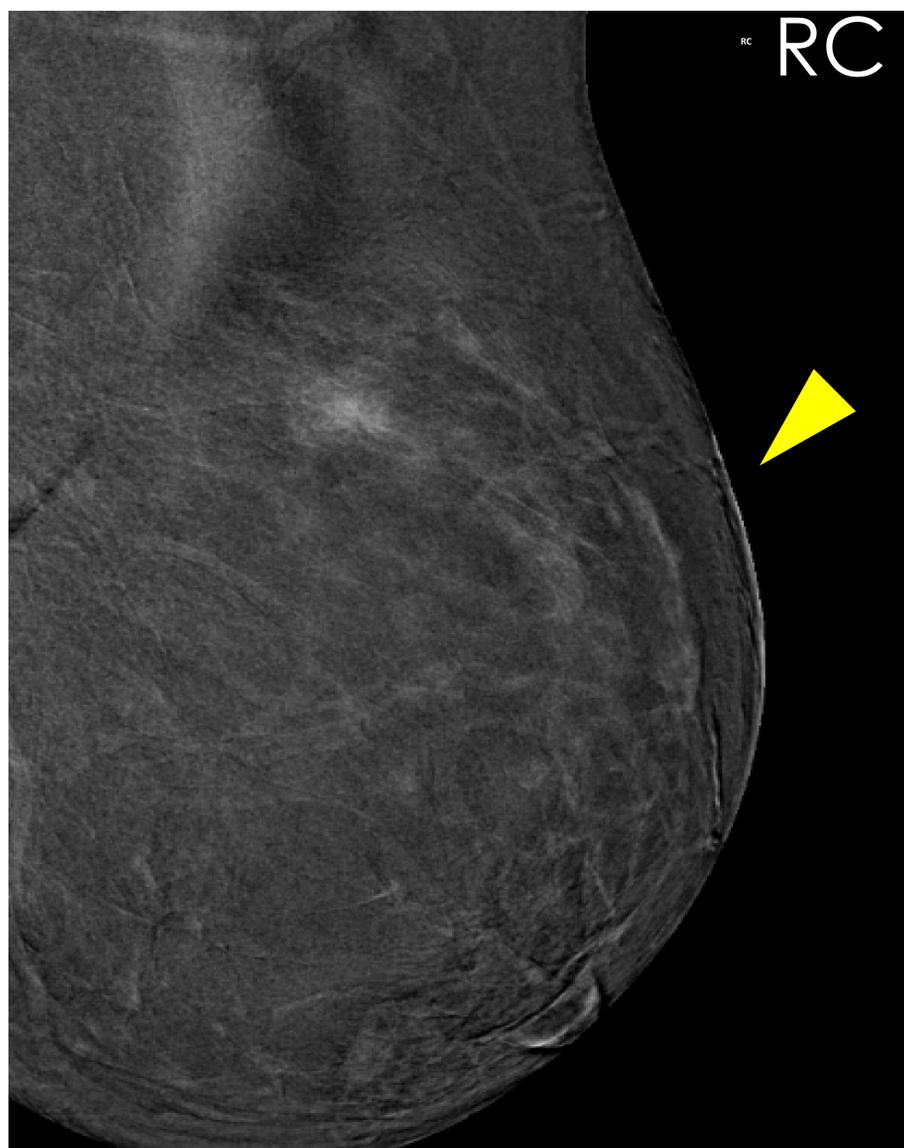


Artefacto de
mama en
mama(cabezas
de flecha)

ARTEFACTOS. CEM.

Artefacto de línea de la piel (“*Skin line artifact*”). “*skyline artifact*”).

- **CAUSA** : Radiación dispersa por diferencias en grosor de la piel.
- **SOLUCION**: Para reconocer el artefacto hay que revisar el grosor de la piel en baja energía.
- **IMAGEN**. Línea blanca que simula piel engrosada.

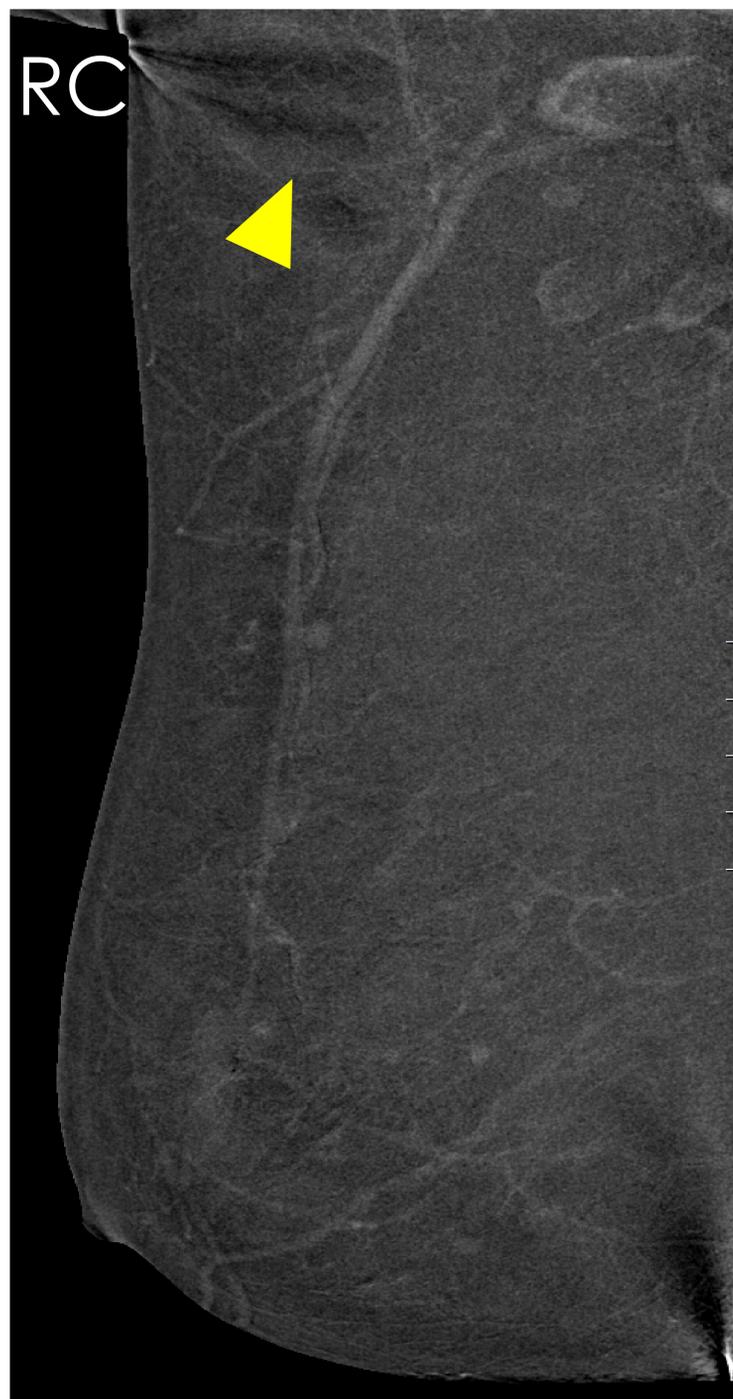


Artefacto de línea de la piel (cabeza de flecha)

ARTEFACTOS. CEM.

Línea axilar (“*Axillary line artifact*”).

- **CAUSA** : Pala de compresión demasiado pequeña .
- **SOLUCION**: elegir tamaño de pala acorde al tamaño de la mama.
- **IMAGEN** Línea horizontal que atraviesa la axila en RC.

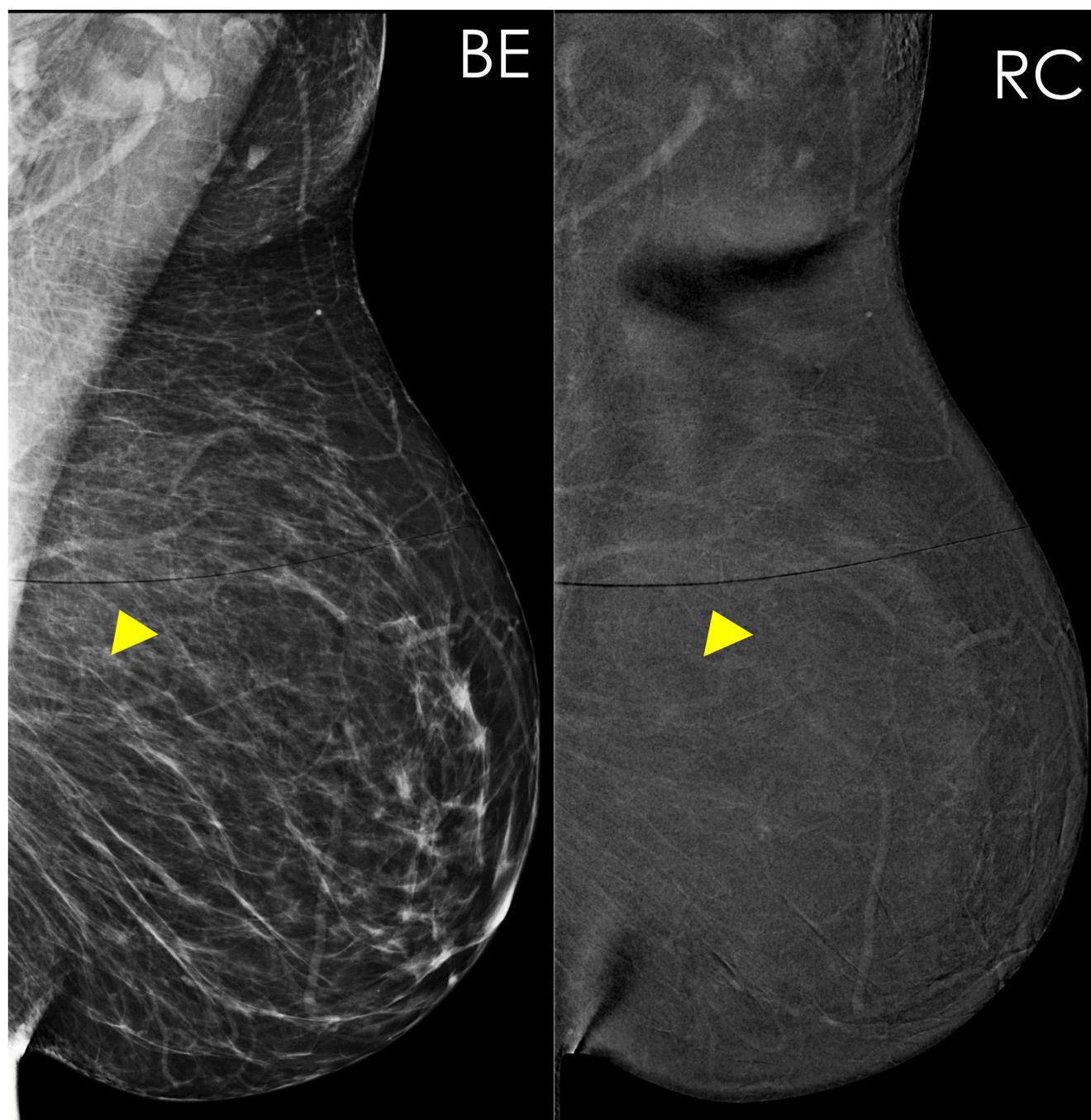


Artefacto de
línea axillar.
Líneas Negras en
la axila (cabeza
de flecha)

ARTEFACTOS. CEM.

Pala rota.

- **CAUSA:** rotura de la pala de compresión (grieta) .
- **SOLUCION:** nueva pala .
- **IMAGEN:** Línea negra en todas las imágenes.

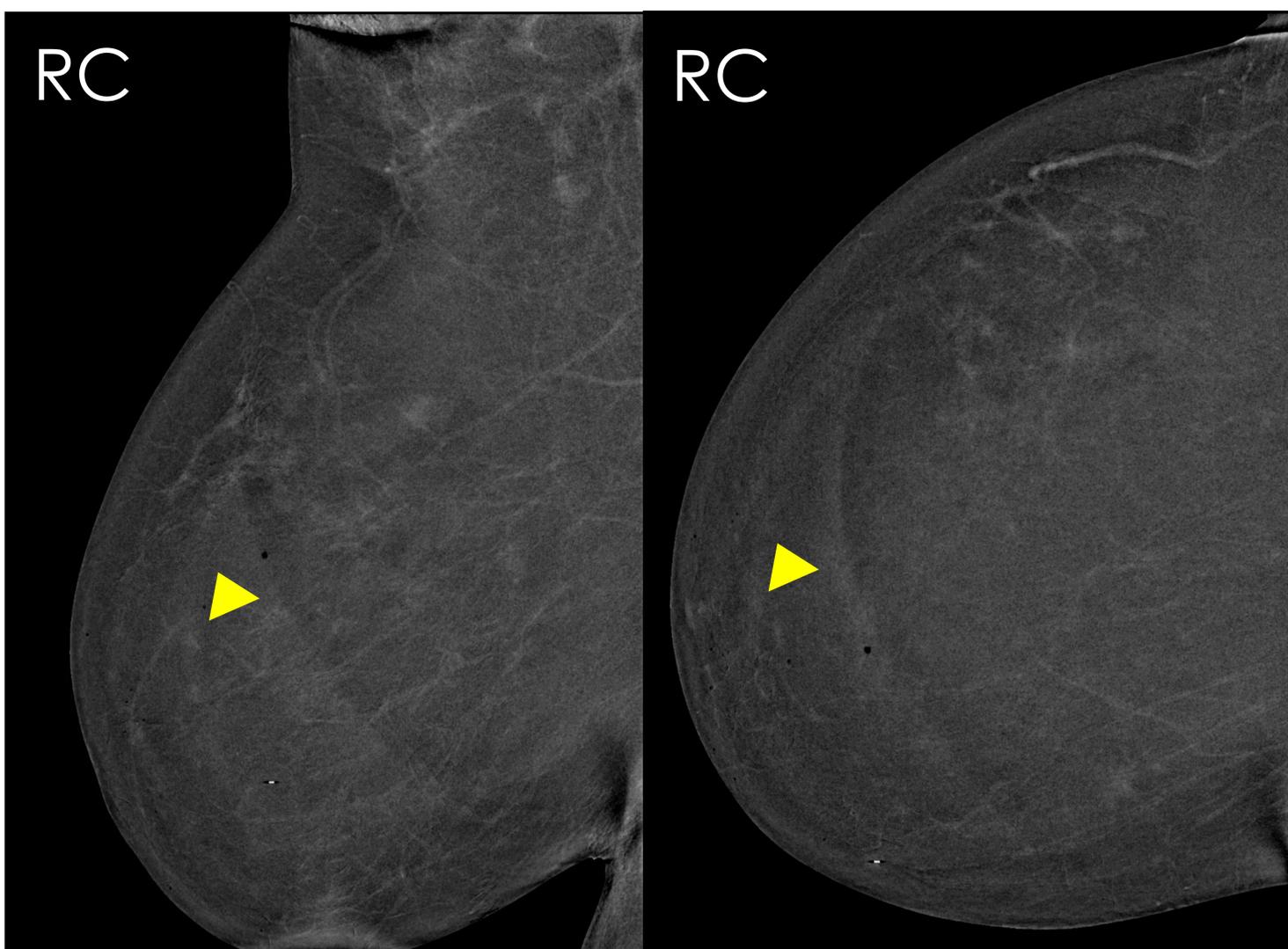


Línea Negra causada por grieta en la pala (cabeza de flecha)

ARTEFACTOS. CEM.

Imagen fantasma (“Ghosting”).

- **CAUSA:** exposición previa latente que se superpone en la nueva imagen.
- **SOLUCION:** calibración.
- **IMAGEN:** Doble imagen, imagen de otra mama superpuesta.



Artefacto de imagen fantasma (cabeza de flecha). Exposición previa superpuesta

ARTEFACTOS. CEM.

Error de calibración.

- **CAUSA:** error o ausencia de calibración.
- **SOLUCION:** calibración.
- **IMAGEN:** líneas, círculos y distorsión geométrica, a veces difícil detección.

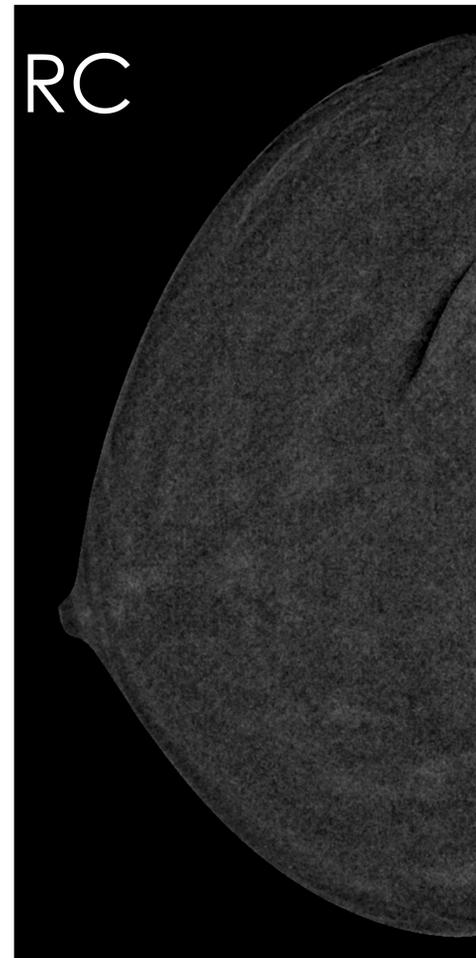
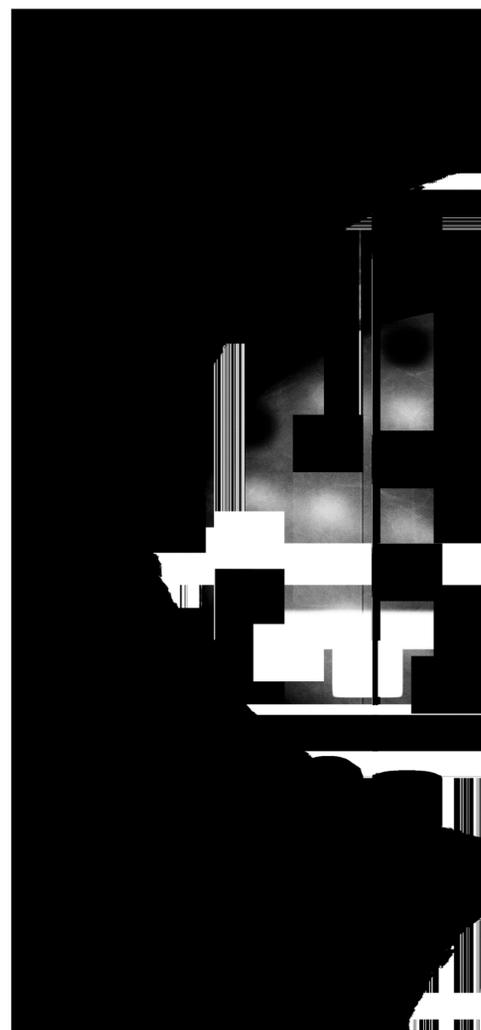


Imagen irregular por mala calibración

Estudio abortado.

- **CAUSA:** adquisición abortada después de la baja energía o antes de terminar la de alta energía.
- **SOLUCION:** nueva adquisición.
- **IMAGEN:** . No se genera la sustracción y pueden aparecer diferentes imágenes según el momento en que haya cesado la adquisición. Típico líneas verticales en la imagen de baja energía.



Estudio abortado

ARTEFACTOS. CEM.

- Alteración en el registro de la imagen o artefacto en cebra.

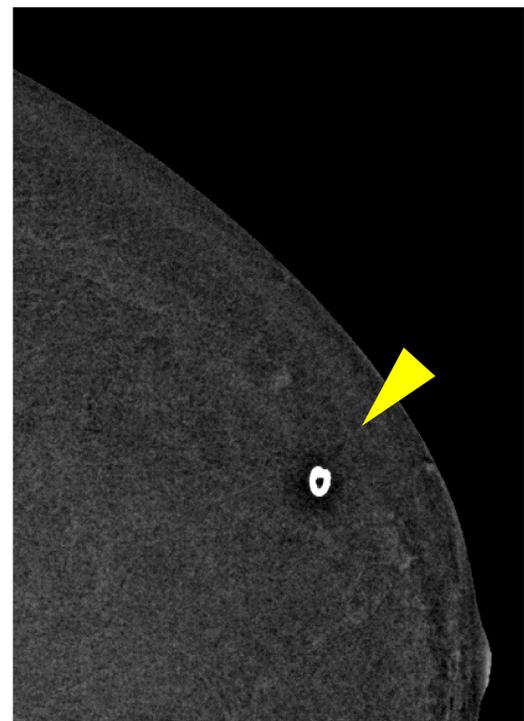
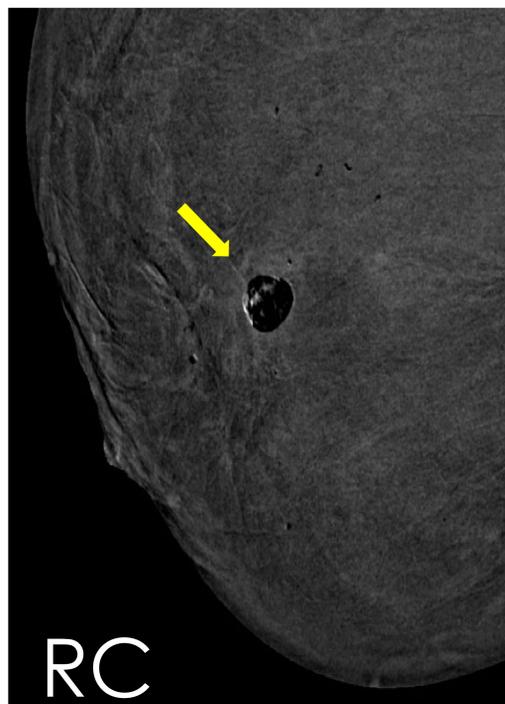
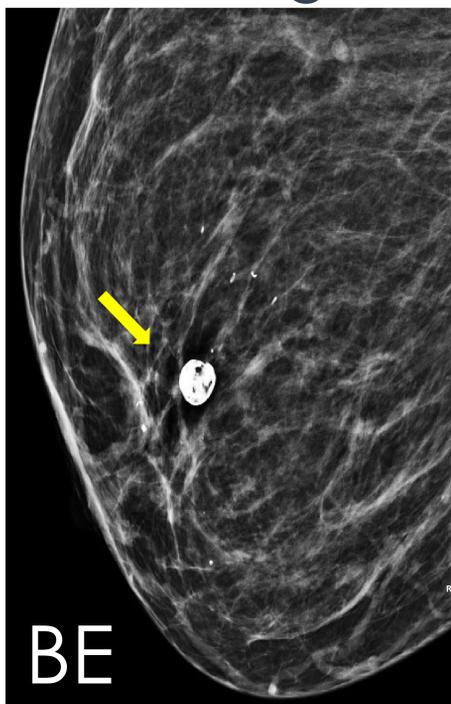
(“*Misregistration artifact*”. “*Zebra artifact*”).

- Artefacto de alta atenuación (“*High-attenuation artifact*”).

- **CAUSA:** movimiento sutil entre la adquisición de alta y baja energía, que desplaza levemente la imagen y causa inexactitud en la sustracción.

- Factores de procesamiento de la imagen .

- **IMAGEN:** . En clips quirúrgicos, marcadores, marcapasos y objetos con alta atenuación o calcificaciones solo en sustracción aparecen blancos, negros o ambas cosas en la misma imagen



Artefacto en calcificación (flecha) y marcador postBAG (cabeza de flecha)

ARTEFACTOS. CEM.

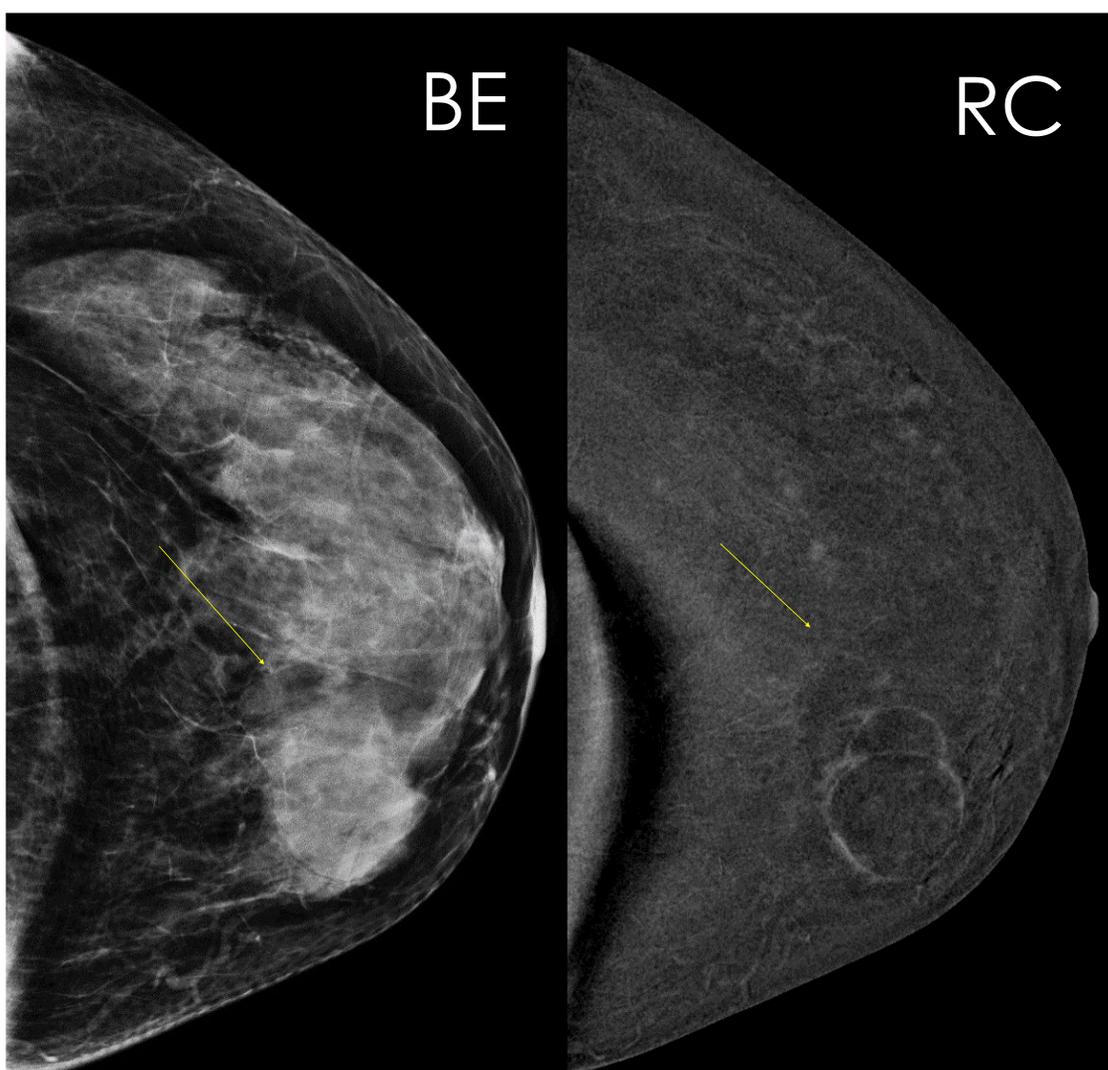
Realce negativo, signo del eclipse (“Negative contrast enhancement”, “Eclipse sign”, “Crescent sign”).’

UTIL PARA DIAGNOSTICO:

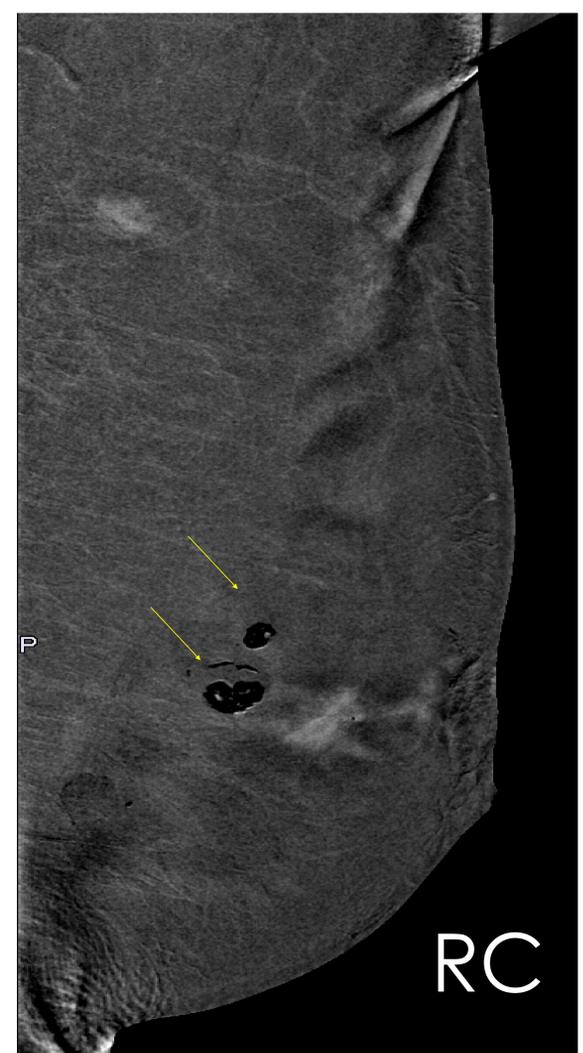
- **CAUSA:** Ausencia de realce en un quiste o calcificación que condiciona hipodensidad respecta al tejido adyacente.

Se puede producir también por un hematoma en el área de biopsia reciente que oculte el realce de una lesión maligna.

- **IMAGEN:** En imagen de sustracción hipodensidad respecto al tejido adyacente.



Quiste



Calcificaciones

DIFICULTADES DIAGNOSTICAS. PITFALLS (“Imágenes engañosas” / “trampas”).

Definición

Estructuras normales que simulan patología o lesiones que se confunden con hallazgos normales.

Tipos

- **-Lesiones en áreas ciegas de la mamografía** (cola mamaria, CII cerca de la pared costal)
- **-Realce parenquimatoso de fondo.**
- **-Realce negativo** (quiste o calcificación grosera).
- **-Falsos negativos.** Ca in situ, infiltrante de bajo grado.
- **-Falsos positivos.** Lesiones cutáneas, ganglios intramamarios, lesiones benignas con realce por contraste.

Dificultades técnicas y limitaciones diagnósticas .

Falsos negativos

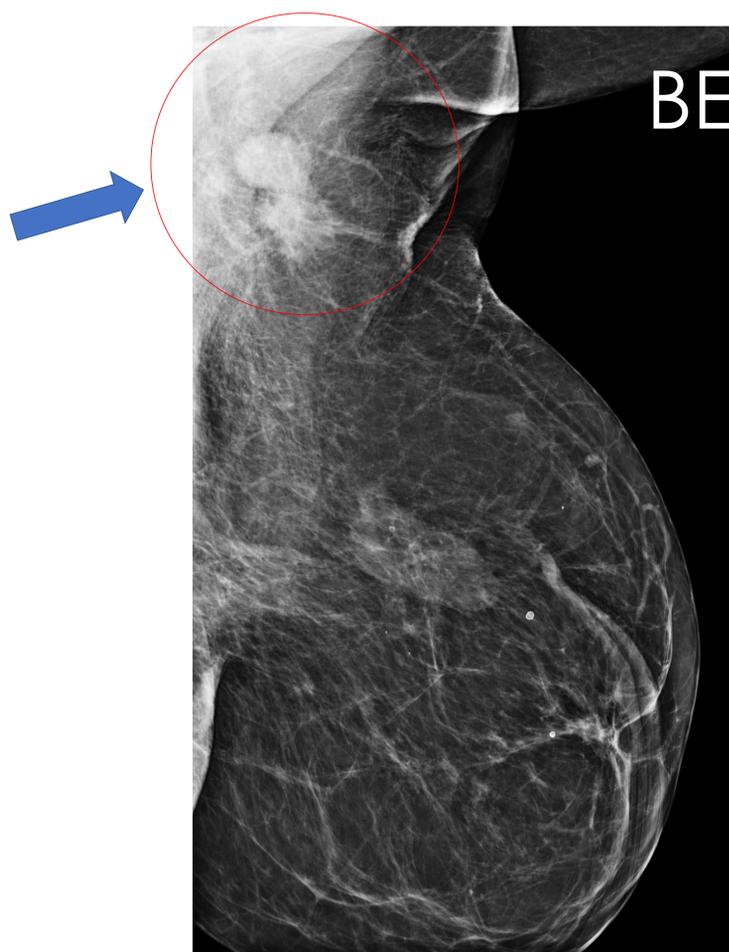
Lesiones no incluidas

Ocultas por otro realce por contraste fisiológico

Ausencia de realce de una lesión maligna

Falsos positivos:

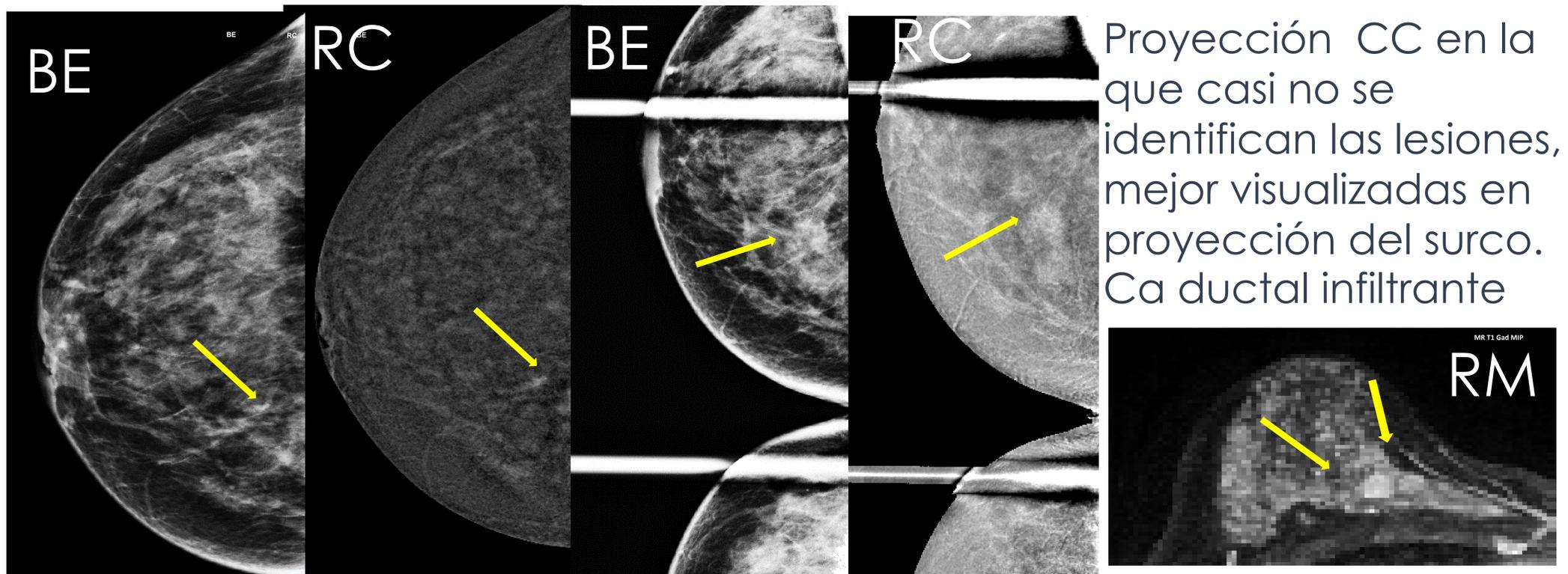
Causas benignas de realce por contraste



Adenopatías en axila.
Por mala técnica no se visualizan en la proyección inicial (izquierda)

Falsos negativos. Áreas ciegas en mamografía.

- Incluyen cola axilar, áreas de tejido en region posterior alta próximas a la pared costal o medial inferior, pliegue intermamario-inframamario.
- En algunos casos son necesarias **proyecciones adicionales** para incluir las lesiones en el campo de vision.

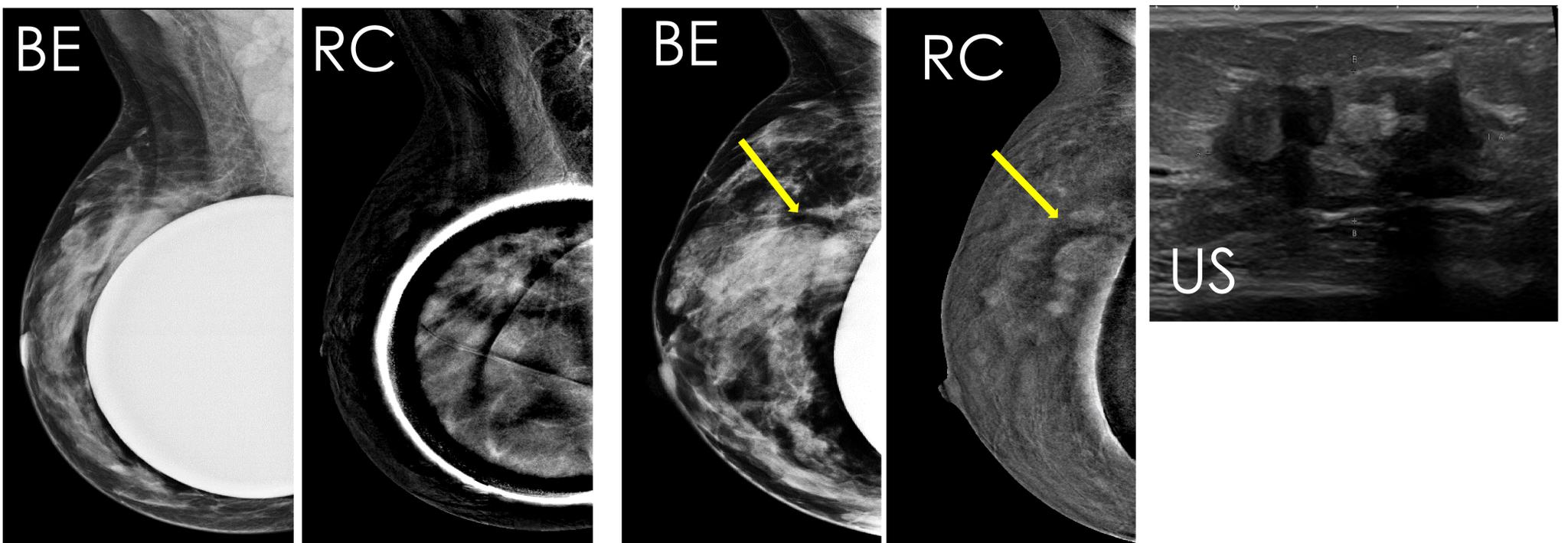


CLAVES para diagnóstico diferencial:

- ✓ **Lesiones palpables.** Hay que buscarlas en la imagen.
- ✓ Recordar las **áreas “ciegas”** no representadas en mamografía.
- ✓ Lesiones **visibles solo en una proyección.** A veces malignas

Falsos negativos. Prótesis.

- Las prótesis pueden ocultar un nódulo mamario. La **técnica de “Eklund”** permite **desplazar las prótesis** y aumenta el área de tejido visualizado tanto en mamografía digital como con contraste.
- Los artefactos producidos por **silicona libre** también ocultan lesiones, pero **no se pueden retirar**.
- **Las prótesis son contraindicación relativa para CEM.** La RM permite estudiar las prótesis además de las lesiones, pero se puede utilizar CEM con Eklund para mejorar el flujo diagnóstico (acto único).



Proyección oblicua

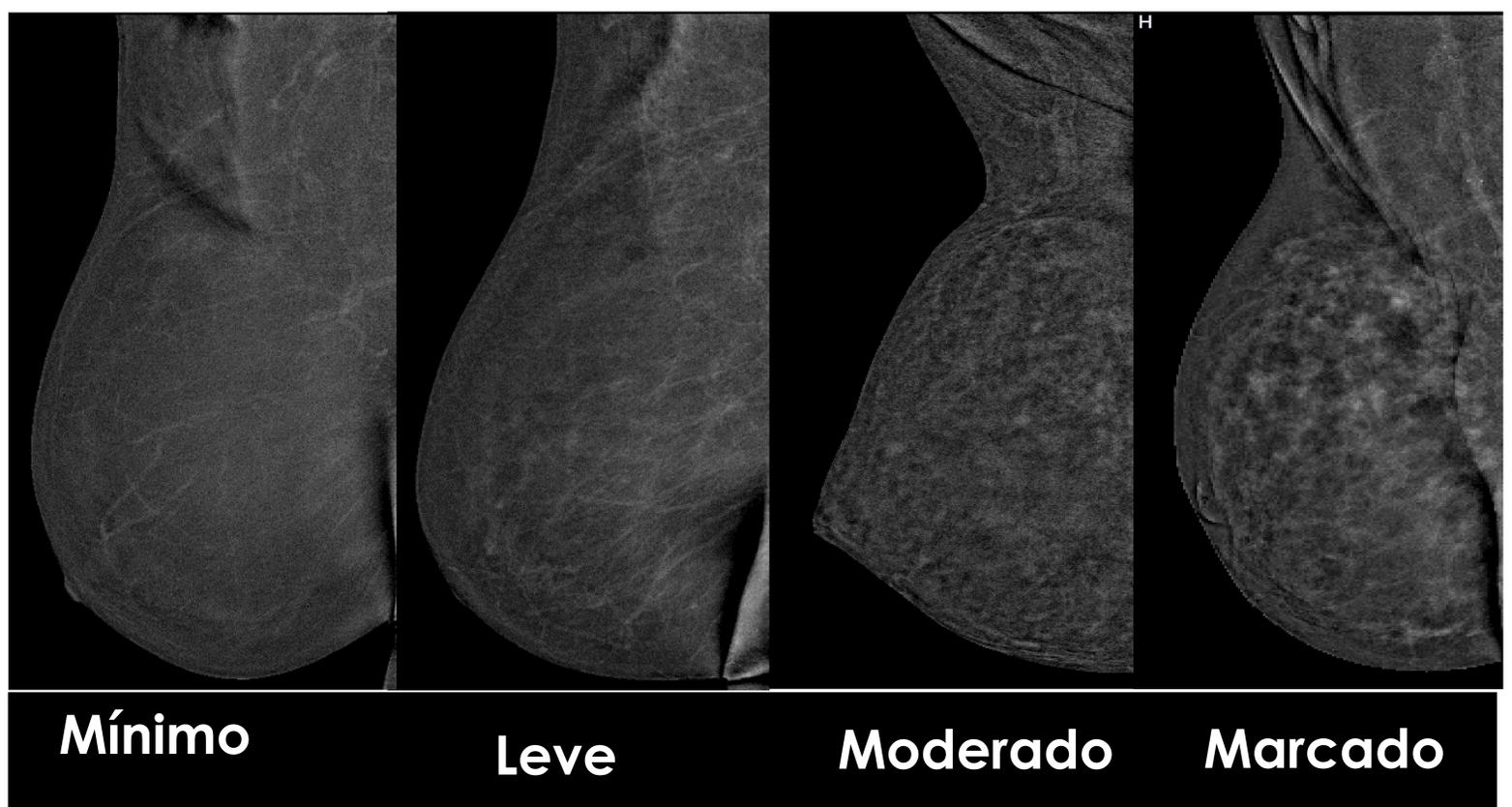
Proyección oblicua Eklund

En proyección oblicua la prótesis oculta las lesiones, que se visualizan con técnica de Eklund (flecha). Ca ductal infiltrante

Falsos negativos. Realce de fondo.

- El realce parenquimatoso de fondo se debe distinguir del realce patológico.
- **Categorías como RM:** mínimo, leve, moderado y marcado.
- No se relaciona con la densidad mamaria ni la fase del ciclo (a diferencia de RM).
- No hay certeza de si puede ser factor de riesgo de ca de mama .

Realce de fondo según ACR



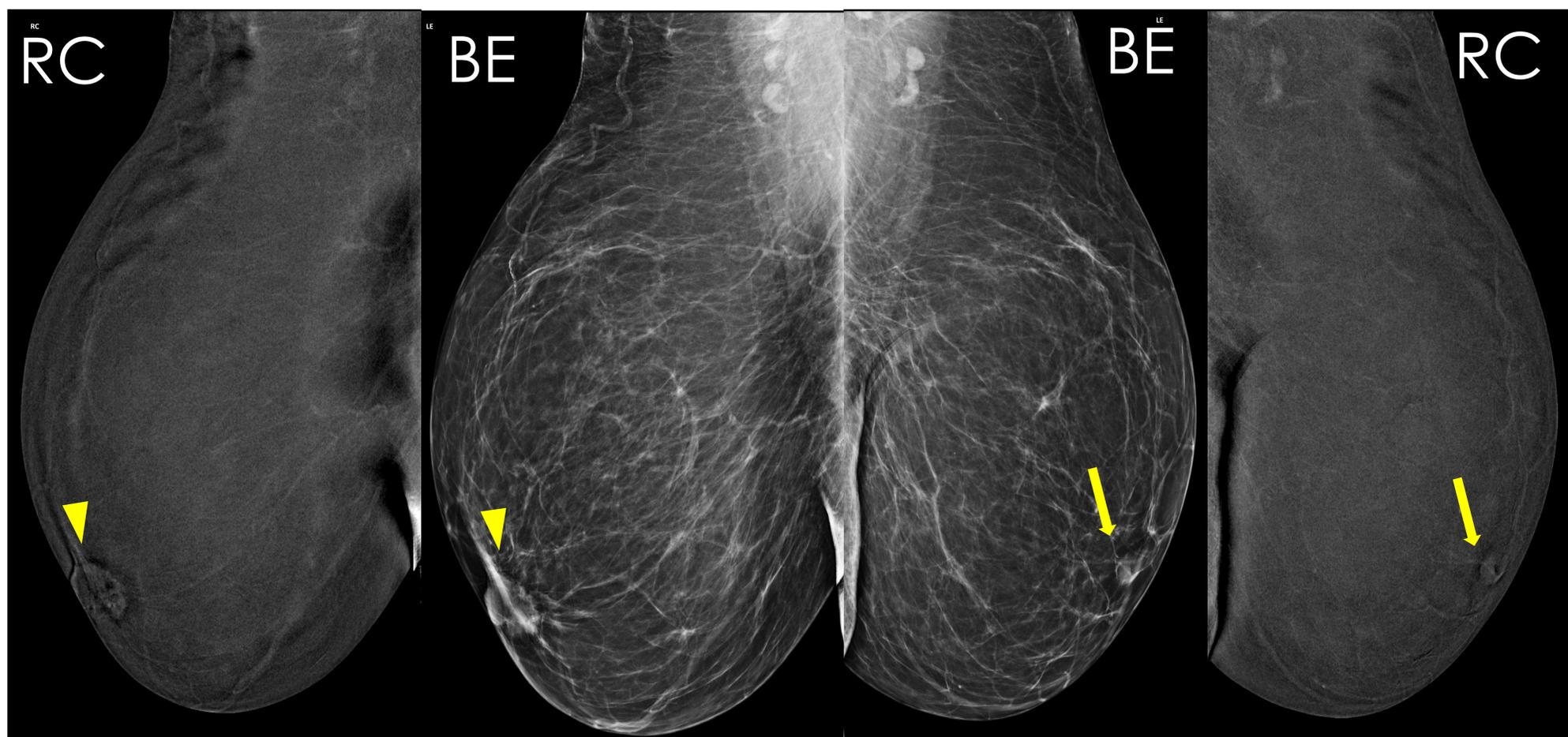
CLAVES para diagnóstico diferencial:

- ✓ Simetría.
- ✓ Morfología en baja energía.

Falsos negativos.

Realce del pezón.

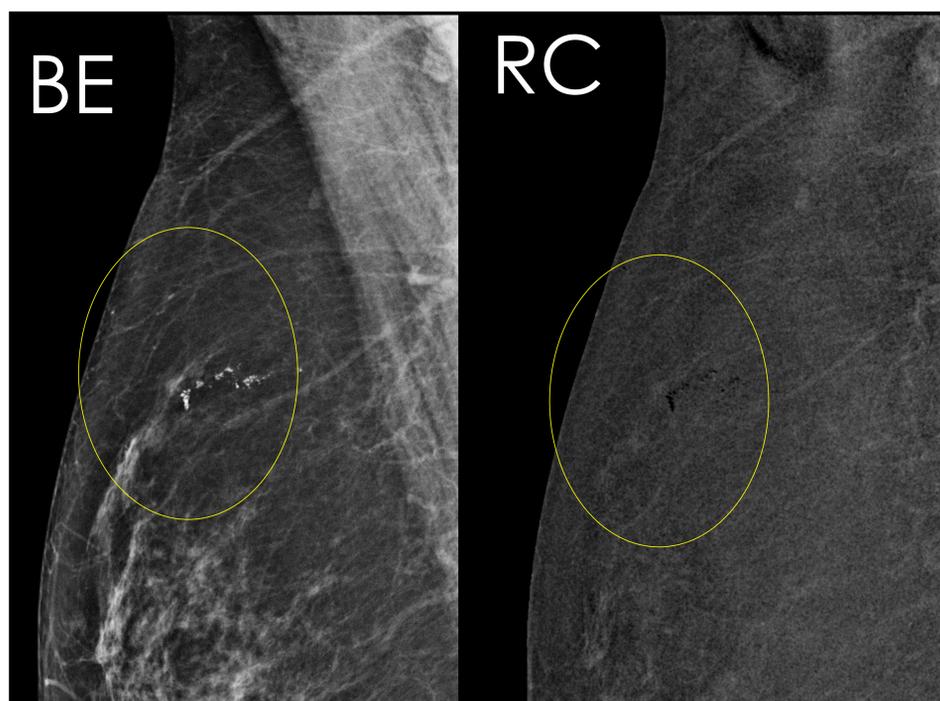
- El realce del pezón se ve en RM y CEM. Las glándulas de Montgomery también realzan.
- Típicamente simétrico, pero puede parecer asimétrico por la posición.



Ca ductal infiltrante retroareolar derecho. Realce de pezón izquierdo

Falsos negativos.

- Algunas lesiones **sin realce por contraste** pueden ser malignas, tumores generalmente de **bajo grado**.
- Aproximadamente el **20% de carcinoma ductal in situ (DCIS) no presenta realce por contraste**.
- DCIS suele tener microcalcificaciones, La ausencia de realce de un grupo de microcalcificaciones sospechosas no es suficiente para cambiar su grado de sospecha en la clasificación BI-RADS.
- El realce de un área con microcalcificaciones agrupadas aumenta el grado de sospecha.



Ca ductal in situ sin realce por contraste

CLAVE para diagnóstico diferencial:

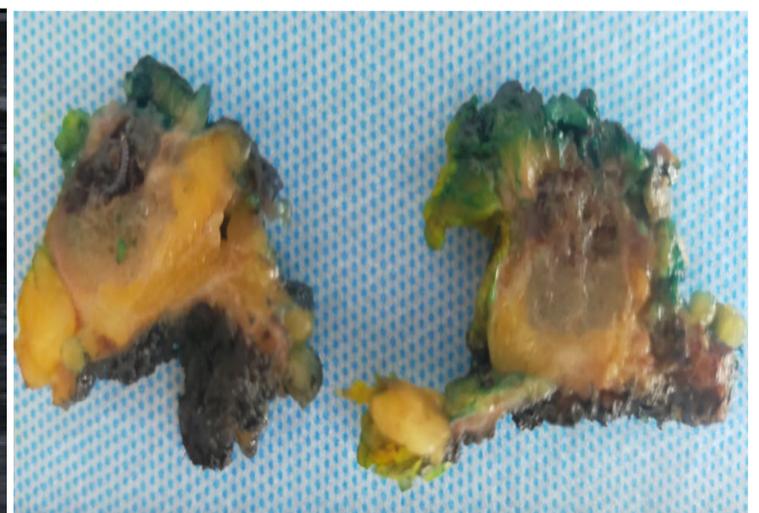
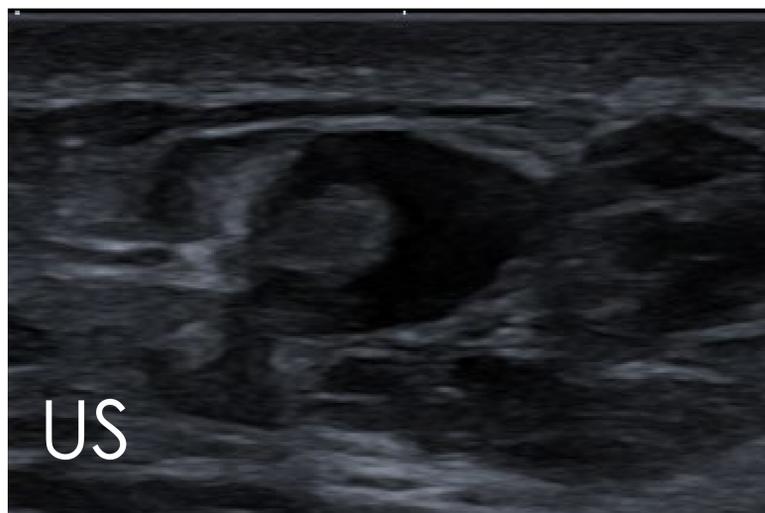
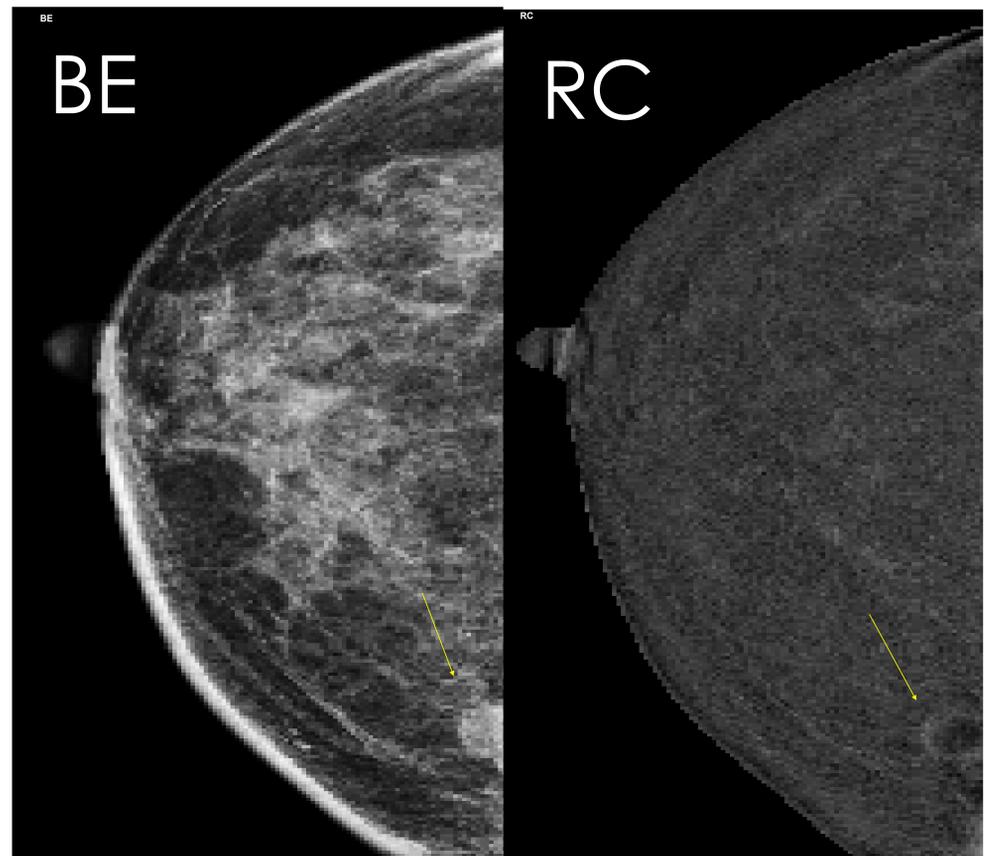
- ✓ Las microcalcificaciones con morfología sospechosa en baja energía requieren biopsia independientemente del realce por contraste.

Falsos negativos.

- Algunos fenotipos concretos de ca infiltrante pueden ser falsos negativos por realce escaso o ausente en CEM: **ca lobulillar infiltrante, mucinoso y papilar.**
- A veces también son de difícil diagnóstico en baja energía (asimetría o distorsión).

Ca mucinoso/coloide

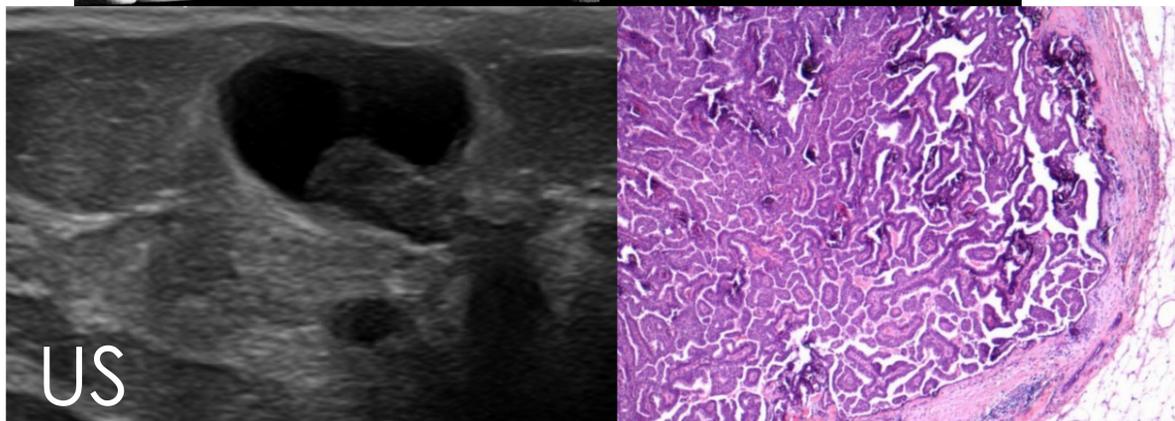
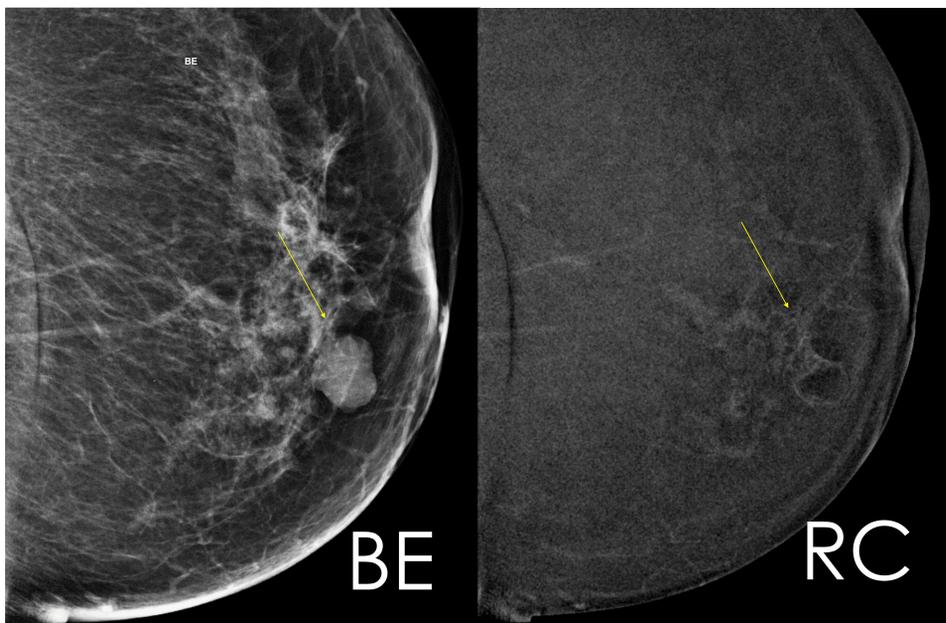
- contiene gran cantidad de mucina y escasas células tumorales puede simular un quiste.
- Realce ausente, escaso o en anillo fino.



Ca mucinoso

Falsos negativos.

- Las **lesiones papilares** (**papiloma y cáncer papilar**) a veces presentan realce escaso o periférico en anillo y pueden ser muy hipoecogénicos, simulando quistes en ecografía.
- **Ca papilar sólido**. Masas vascularizadas con bordes circunscritos, componente quístico generalmente quistes pequeños.
- **Ca papilar encapsulado**. Masas mixtas sólido-quísticas.



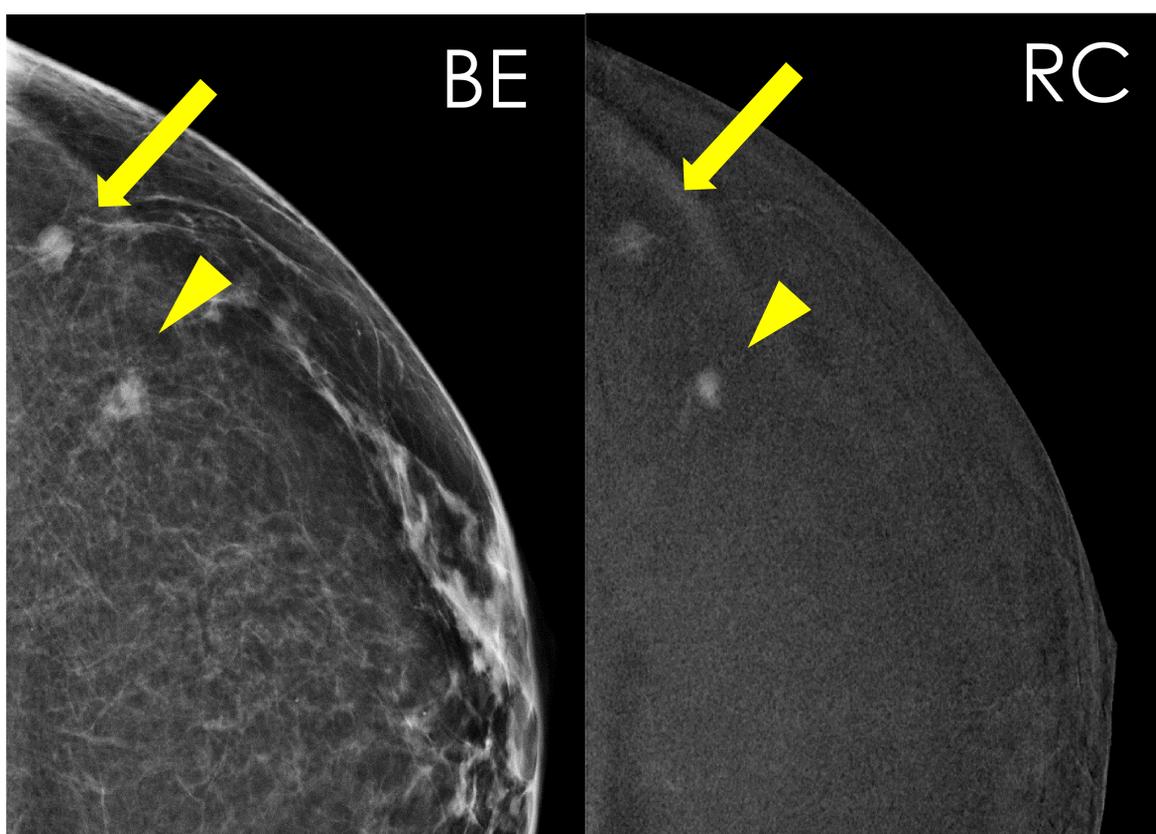
Ca papilar

CLAVE para diagnóstico diferencial:

- ✓ Las lesiones con morfología sospechosa en baja energía pueden ser malignas a pesar de la ausencia de realce por contraste.
- ✓ A veces el anillo de realce es irregular en las lesiones malignas

Falsos positivos.

- **Lesiones cutáneas.** Pueden presentar realce con contraste verrugas, neurofibromas, hemangiomas, y lesiones quísticas infectadas.
- **Ganglios intramamarios.** Realce con contraste en ganglios normales y patológicos.



Ganglio intramamario (flecha) y ca ductal infiltrante (cabeza de fleche)

CLAVES para diagnóstico diferencial:

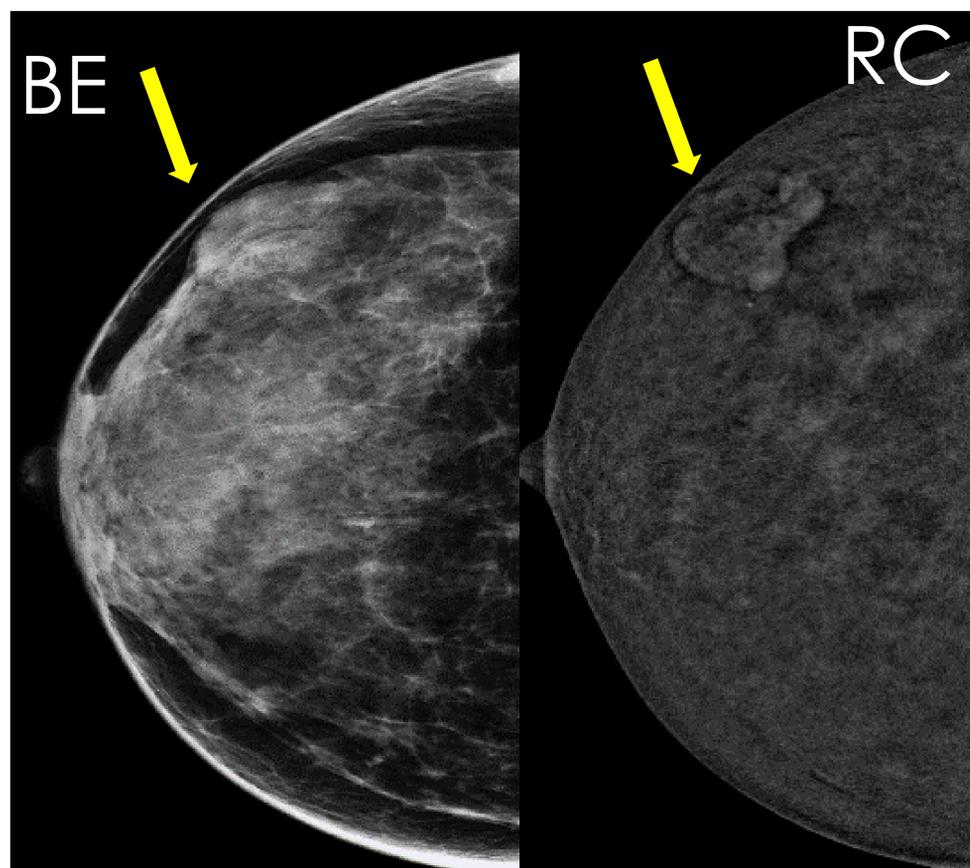
- ✓ Lesiones cutáneas: posición superficial en mamografía e inspección del paciente.
- ✓ Ganglios: morfología típica en BE

Falsos positivos.

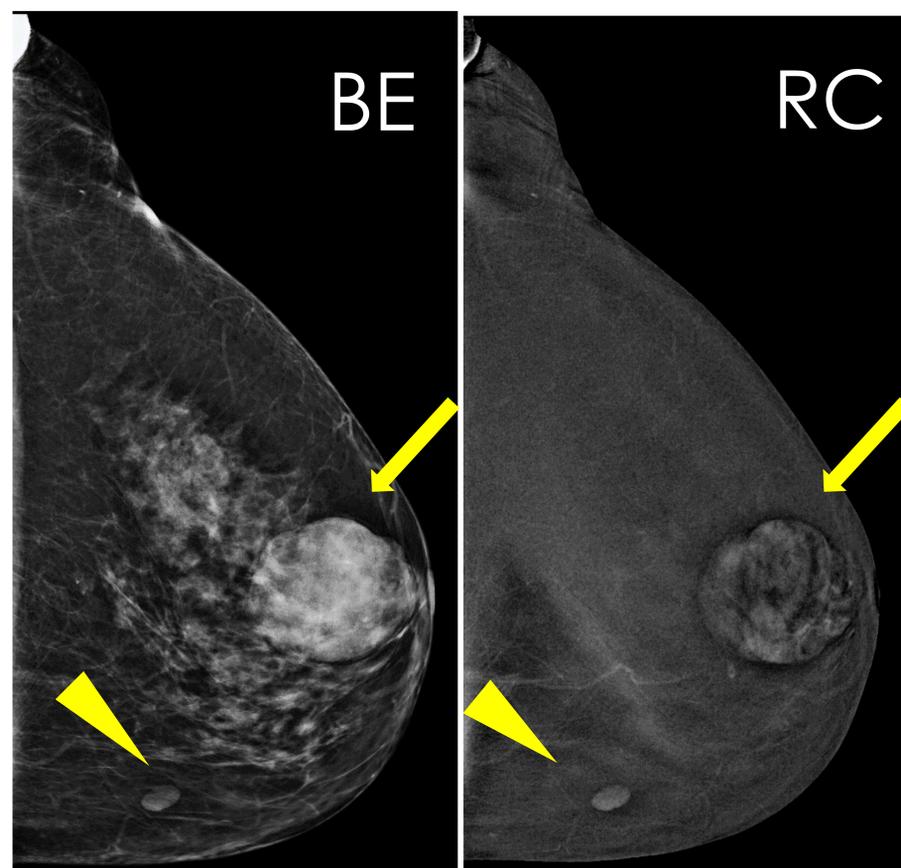
- **Fibroadenomas y tumor filodes.**

- Lesiones fibroepiteliales benignas con **patrones de realce variable** más frecuente tardío y persistente .

- Nódulos con **características de benignidad en baja energía y ecografía**, a veces con componente quístico escaso



Fibroadenoma (flecha)



Tumor filodes (flecha) y verruga (cabeza de flecha)

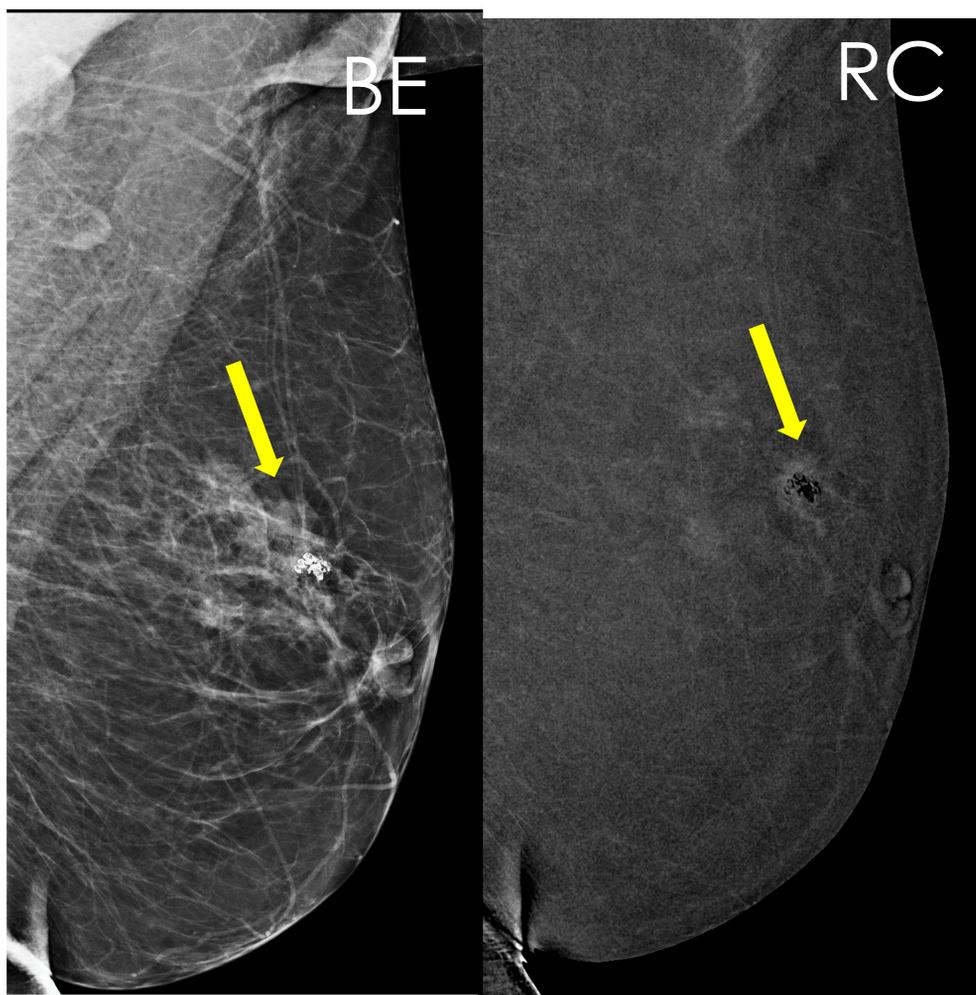
Falsos positivos.

- **Necrosis grasa.**

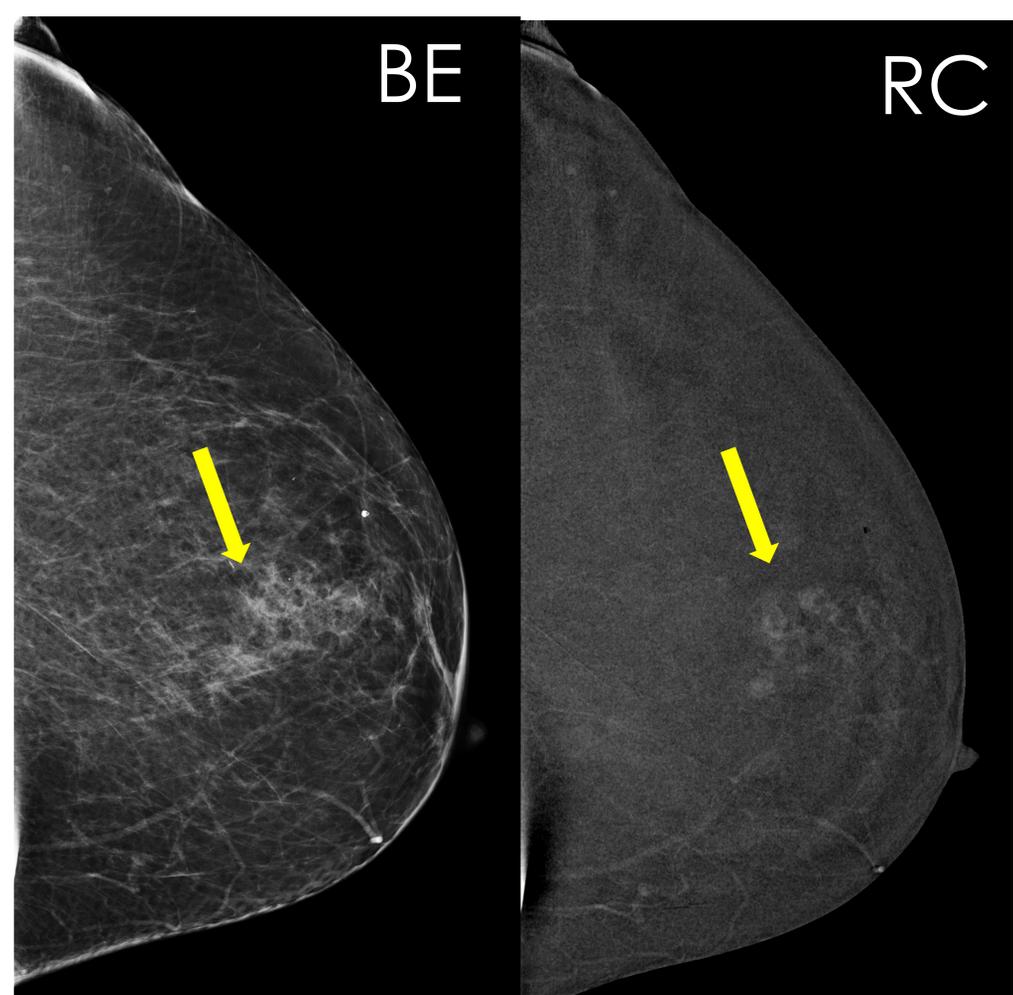
Imagen variable. Los hallazgos típicos son: realce con contraste en RC, calcificaciones típicas y contenido graso en BE.

- **Infección/inflamación.**

Lesiones infecciosas e inflamatorias (mastitis, absceso) pueden presentarse como áreas de realce no-masa o masas.



Necrosis grasa (flechas)



Mastitis (flechas)

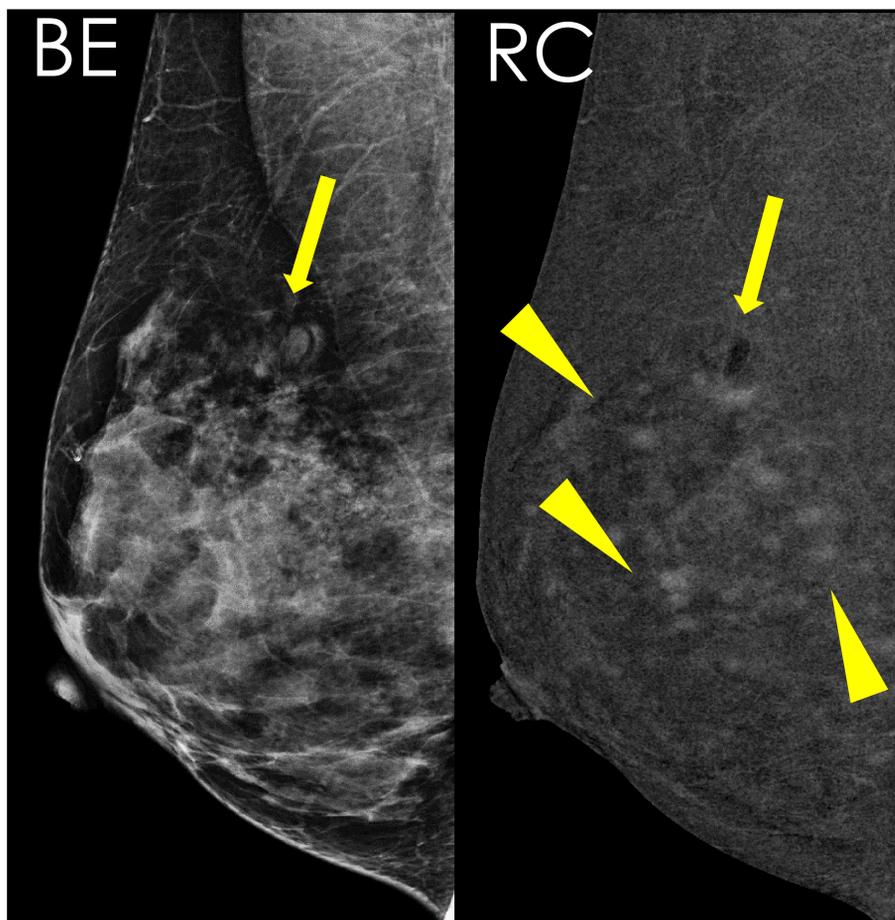
Falsos positivos.

- **Adenosis esclerosante/cicatriz radial.**

-La adenosis esclerosante / mastopatía compleja puede simular lesiones malignas en baja energía y pueden presentar realce con contraste. Además, también pueden coexistir con cáncer.

- **Cicatriz radial:** distorsión sin realce, menos frecuente con realce

- **Adenosis esclerosante:** Focos múltiples de realce con contraste



CLAVES para diagnóstico diferencial:

✓ La presencia de una distorsión con realce con contraste es más frecuentemente maligna pero no siempre.

Distorsión con realce por contraste AP Cicatriz radial (flecha) y focos de realce, con AP adenosis esclerosante (cabezas de flecha)

Conclusión

- Es importante conocer los posibles **artefactos en mamografía con contraste y su causa**, así como las causas de falsos positivos y negativos para reducir los errores diagnósticos.
- Debemos recordar las **áreas “ciegas”** no representadas en mamografía.
- Las lesiones con **morfología sospechosa en baja energía pueden ser malignas** a pesar de la ausencia de realce por contraste.
- Las **microcalcificaciones con morfología sospechosa en baja energía** requieren **biopsia** independientemente del realce por contraste.
- La presencia de **realce en una lesión no siempre indica malignidad**.
- Una distorsión con realce con contraste es más frecuentemente maligna pero no siempre.

Bibliografía

- Lorente-Ramos RM, Azpeitia Armán J, Oliva Fonte C, Pérez Barolomé A, Azpeitia Hernández J. Contrast-enhanced mammography artifacts and pitfalls: tips and tricks to avoid misinterpretation. Radiographics 2023;43(10):e230021.
 - Lorente-Ramos RM, Azpeitia Armán J. Review of contrast-enhanced mammography. Contemp Diagn Radiol 2022;45(19):1-7.
 - Yagil Y, Shalmon A, Rundstein A, Servadio Y, Halshtok O, Gotlieb M, et al. Challenges in contrast-enhanced spectral mammography interpretation: artefacts lexicon. Clin Radiol 2016; 71:450–457.
 - Gluskin J, Click M, Fleischman R, Dromain C, Morris EA, Jochelson MS. Contamination artifact that mimics in-situ carcinoma on contrast-enhanced digital mammography. Eur J Radiol 2017; 95:147–154.
 - Bhimani C, Li L, Liao L, Roth RG, Tinney E, Germaine P. Contrast-enhanced spectral mammography: modality-specific artifacts and other factors which may interfere with image quality. Acad Radiol 2017;24:89–94.
 - Nori J, Gill MK, Vignoli C, Bicchierai G, De Benedetto D, Di Naro F, et al. Artefacts in contrast enhanced digital mammography: how can they affect diagnostic image quality and confuse clinical diagnosis? Insights Imaging 2020;11.
 - Ayyala RS, Chorlton M, Behrman RH, et al. Digital mammographic artifacts on full-field systems: what are they and how do I fix them? Radiographics 2008; 28:1999–2008.
 - Geiser WR, Haygood TM, Santiago L, et al. Challenges in mammography: part 1, artifacts in digital mammography. Am J Roentgenol 2011; 197:W1023–W1030.
- Lee CH, Phillips J, Sung JS, Lewin JM, Newell MS. Contrast enhanced mammography (CEM) (A supplement to ACR BI-RADS® Mammography 2013) 2022. In: D’Orsi CJ, Sickles EA, Mendelson EB, Morris EA, et al. ACR BI-RADS® Atlas, Breast Imaging Reporting and Data System. Reston, VA, American College of Radiology; 2013.